

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

OTÁVIO AUGUSTO RIBEIRO SKROSKI

**ESTUDO BATIMÉTRICO E SEDIMENTAR NAS  
PROXIMIDADES DA PEDRA DO VALO GRANDE,  
BALNEÁRIO DE PRAIA DE LESTE-PR.**

PONTAL DO PARANÁ  
2008

OTÁVIO AUGUSTO RIBEIRO SKROSKI

**ESTUDO BATIMÉTRICO E SEDIMENTAR NAS  
PROXIMIDADES DA PEDRA DO VALO GRANDE,  
BALNEÁRIO DE PRAIA DE LESTE-PR.**

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia com habilitação em Gestão Ambiental Costeira, ao Curso de Graduação em Oceanografia, Setor de Ciência da Terra, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Maurício A. Noernberg

Co-orientador: Prof. Dr. Fernando Alvim Veiga

PONTAL DO PARANÁ  
2008

**TERMO DE APROVAÇÃO**

.....



Aos meus irmãos.  
Aos Meus Pais Olga e Celso.  
Por todo amor, por quem sou e  
por tudo o que alcancei.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida, benção e proteção.

Ao professor Mauricio Noernberg pela orientação, apoio, incentivos, confiança e principalmente pela amizade.

Ao professor Fernando Alvim Veiga pela co-orientação, confiança, acolhida e incentivo no término deste trabalho.

Aos amigos e colegas Marcos, Cesinha, Renan e Rayssa pela ajuda na realização das campanhas amostrais.

À Guisi, técnica do Laboratório de Oceanografia Geológica, por toda ajuda, ensinamentos, conversas e principalmente pela amizade.

A todos os colegas de graduação, pela amizade, companheirismo e colaboração recebida durante o curso. E aos demais colegas que de uma forma contribuíram no desenvolvimento do trabalho.

Aos funcionários, Divone, Ísis, Lalá e Mari do Centro de Estudos do Mar por toda ajuda durante esses cinco anos de graduação.

Ao Grupo de Física Marinha do Centro de Estudos do Mar, pelo financiamento das análises sedimentológicas e ao CEM pelo financiamento das saídas a campo.

Aos amigos do CEM, de Ipanema e da Ilha, pela amizade, companheirismo, pelos bons momentos juntos, pela parceria no surf e pelo apoio durante esses cinco anos de graduação.

Muito Obrigado!

## **RESUMO**

O afloramento rochoso da Pedra do Valo Grande faz parte do complexo cristalino que inclui também os Arquipélagos de Currais, Itacolomis e a Ilha da Figueira. Porém pouco foi estudado sobre a interferência das estruturas rígidas, tanto artificiais quanto naturais sobre o sedimento do entorno na plataforma continental paranaense. O objetivo desse estudo é caracterizar os sedimentos de fundo nas proximidades da Pedra do Valo Grande. A região fica na porção central da plataforma interna rasa paranaense, a aproximadamente 800 metros da costa, em frente ao balneário Praia de Leste. Este trabalho utiliza como base estudos batimétricos, sedimentológicos e dados de ondas, buscando identificar o padrão de deposição no entorno do complexo rochoso. Para o levantamento batimétrico foi utilizado o ecobatímetro modelo GPSMAP 178C Sounder da marca Garmin<sup>®</sup>. Os sedimentos foram amostrados no outono e inverno em 16 pontos radialmente em quatro transectos, norte, sul, leste e oeste partindo do afloramento rochoso com espaçamento de 20 metros entre cada amostra. Os resultados encontrados mostram que a Pedra do Valo Grande influencia na deposição sedimentar em seu entorno, apresentando sedimentos mais grossos, com menores teores de matéria orgânica e carbonatos totais na borda leste da rocha e um comportamento contrário nas bordas sul e norte.

Palavras-Chave: Plataforma Interna Rasa Paranaense, deposição sedimentar, e Afloramento rochoso.

## ABSTRACT

The Pedra do Valo Grande's rocky blooming is part of the crystalline complex that includes also the Currais', Itacolomis' archipelagos and Figueira's Island. How

ever, few studies were made about the interference of the rigid structures, artificials or naturals, upon the sediment of the Paraná's continental shelf region. The objective of this study is to characterize the bottom sediments near the Pedra do Valo Grande. The region is located in the central portion of the Paraná's internal flat shelf, far from the coast 800 meters approximately, in front of Praia de Leste bathing resort. This study used as support bathymetric and sediment local studies, and wave data, to identify the deposition standard next to the rocky complex. To collect the bathymetric data, two field surveys were done with the echosounder model GPSMAP 178C Sounder of Garmin®. The sediments were collected in two field surveys, one during the autumn and the other one during the winter, in 16 points radials in four transects; north, south, east and west leaving the rocky blooming, far 20 meters away from each sample. The results observed show that Pedra do Valo Grande influences in the sedimentary deposition of the region next to it, presenting thicker sediments, with less organic matter and total carbonates contents in the east edge of the rock and an opposite standard in the north and south edges.

**Key-words:** Internal low shelf of Paraná state, sedimentary deposition and rocky outcrop.



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DO SISTEMA DE DISPERSÃO DE SEDIMENTOS NA COSTA ILUSTRANDO A DIMINUIÇÃO DO DIÂMETRO MÉDIO E A SELEÇÃO PROGRESSIVA FLUXO ABAIXO (AMG=AREIA MUITO GROSSA; AG=AREIA GROSSA; AM=AREIA MÉDIA; AF=AREIA FINA; AMF=AREIA MUITO FINA) (MODIFICADO DE SWIFT & THORNE, 1991 <i>apud</i> VEIGA, 2005).....	15
FIGURA 2 - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO MOSTRANDO A FORMAÇÃO DE FOSSOS PELAS CORRENTES DE FUNDO PRÓXIMAS A FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS. (FONTE: DAVIES & LAUGHTON, 1972 <i>apud</i> KENNETT, 1982) .....	17
FIGURA 3 - ÁREA DE ESTUDO: (A) MAPA DO BRASIL; (B) MAPA DO MUNICÍPIO DE PONTAL DO PARANÁ; (C) PRAIA DE LESTE, E A PEDRA DO VALO GRANDE EM DESTAQUE (IMAGEM: GOOGLE® MAPS) .....	20
FIGURA 4 - MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DA PORÇÃO CENTRAL DA PLANÍCIE COSTEIRA PARANAENSE (MODIFICADO DE ANGULO, 1992; DEPOIS DE LESSA <i>et al.</i> , 2000; <i>APUD</i> VEIGA, 2005).....	21
FIGURA 5 - OCORRÊNCIA DA MÉDIA GRANULOMÉTRICA DAS AMOSTRAS SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO NOMINAL DE FOLK & WARD (1957). (SG = SILTE GROSSO; AMF = AREIA MUITO FINA; AF = AREIA FINA; AM = AREIA MÉDIA; AG = AREIA GROSSA) (VEIGA, 2005) .....	23
FIGURA 6 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE FINOS (SILTE+ARGILA) NOS SEDIMENTOS DE FUNDO DA FACE DA COSTA DA PORÇÃO CENTRAL DO LITORAL PARANAENSE (VEIGA, 2005) .....	23
FIGURA 7: CANOA DE PESCA ARTESANAL UTILIZADA PARA A REALIZAÇÃO DA BATIMETRIA .....	27
FIGURA 8 - AMOSTRAGEM BATIMÉTRICA DO DIA 08 DE JULHO DE 2008.....	28
FIGURA 9 - ASPECTO DO MOSTRADOR DE FUNDO TIPO PETITE PONAR .....	30
FIGURA 10 - AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS.....	30
FIGURA 11 - PARÂMETROS DE ONDAS DURANTE OS MESES DE OUTUBRO A DEZEMBRO DE 2006. ONDE HS É A ALTURA SIGNIFICATIVA EM METROS, TP É O PERÍODO SIGNIFICATIVO EM SEGUNDOS E DIR É A DIREÇÃO PREDOMINANTE DA VAGA EM GRAUS.....	32
FIGURA 12 - PARÂMETROS DE ONDAS DURANTE OS MESES DE MARÇO, A MAIO DE 2007. ONDE HS É A ALTURA SIGNIFICATIVA EM METROS, TP É O PERÍODO SIGNIFICATIVO EM SEGUNDOS E DIR É A DIREÇÃO PREDOMINANTE DA VAGA EM GRAUS .....	33
FIGURA 13 - PARÂMETROS DE ONDAS DURANTE OS MESES DE NOVEMBRO DE 2007 A JANEIRO DE 2008. ONDE HS É A ALTURA SIGNIFICATIVA EM METROS, TP É O PERÍODO SIGNIFICATIVO EM SEGUNDOS E DIR É A DIREÇÃO PREDOMINANTE DA VAGA .....	34
FIGURA 14 - MAPA BATIMÉTRICO DA ÁREA DE ESTUDO DO DIA 08 DE JULHO DE 2008 E OS PONTOS DAS AMOSTRAS SEDIMENTARES .....	35
FIGURA 15 - CLASSIFICAÇÃO DOS SEDIMENTOS DAS AMOSTRAS DE OUTONO NO ENTORNO DA PEDRA DO VALO GRANDE SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO DE SHEPARD (1954) .....	36
FIGURA 16 - RESULTADOS TÍPICOS DAS AREIAS MÉDIAS DAS ÁREAS MAIS RASAS ....	37

FIGURA 17 - RESULTADOS TÍPICOS DAS AREIAS MUITO FINAS DAS ÁREAS MAIS PROFUNDAS. ....	37
FIGURA 18 - RESULTADOS TÍPICOS DE AREIAS MUITO FINAS COM ALTOS TEORES DE SILTE E ARGILA ENTRE 10 E 40 % DAS ÁREAS MAIS PROFUNDAS E COM POUCA ENERGIA.....	37
FIGURA 19 - MAPA DA MÉDIA GRANULOMÉTRICA NO ENTORNO DA PEDRA DO VALO GRANDE NO DIA 11 DE ABRIL DE 2008, SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO NOMINAL DE FOLK & WARD (1957).....	38
FIGURA 20 - GRAU DE SELEÇÃO NO ENTORNO DA PEDRA DO VALO GRANDE NO DIA 11 DE ABRIL DE 2008, SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO NOMINAL DE FOLK & WARD (1957).....	39
FIGURA 21 - ASSIMETRIA DOS SEDIMENTOS NO ENTORNO DA PEDRA DO VALO GRANDE NO DIA 11 DE ABRIL DE 2008, SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO NOMINAL DE FOLK & WARD (1957).....	40
FIGURA 22 - CLASSIFICAÇÃO DOS SEDIMENTOS DAS AMOSTRAS DE INVERNO NO ENTORNO DA PEDRA DO VALO GRANDE SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO DE SHEPARD (1954) .....	41
FIGURA 23 - RESULTADOS TÍPICOS DAS AREIAS FINAS E MUITO FINAS DAS ÁREAS MAIS RASAS.....	41
FIGURA 24 - RESULTADOS TÍPICOS DAS AREIAS MUITO FINAS DAS ÁREAS MAIS PROFUNDAS. ....	42
FIGURA 25 - RESULTADOS TÍPICOS DE AREIAS MUITO FINAS COM ALTOS TEORES DE SILTE E ARGILA ENTRE 10 E 40 % DAS ÁREAS MAIS PROFUNDAS E COM MENOR ENERGIA.....	42
FIGURA 26 - DISTRIBUIÇÃO DO DIÂMETRO MÉDIO NOS SEDIMENTOS DE FUNDO NO ENTORNO DA PEDRA DO VALO GRANDE NO DIA 08 DE JULHO DE 2008, SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO NOMINAL DE FOLK & WARD (1957).....	43
FIGURA 27 - MAPA DO GRAU DE SELEÇÃO NO ENTORNO DA PEDRA DO VALO GRANDE NO DIA 08 DE JULHO DE 2008, SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO NOMINAL DE FOLK & WARD (1957) .....	44
FIGURA 28 - ASSIMETRIA DOS SEDIMENTOS NO ENTORNO DA PEDRA DO VALO GRANDE NO DIA 08 DE JULHO DE 2008, SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO NOMINAL DE FOLK & WARD (1957).....	45
FIGURA 29 - TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA PRESENTE NOS SEDIMENTOS NO ENTORNO DA PEDRA DO VALO GRANDE NO DIA 08 DE JULHO DE 2008 .....	46
FIGURA 30 - TEORES DE CARBONATO TOTAL NOS SEDIMENTOS NO ENTORNO DA PEDRA DO VALO GRANDE NO DIA 08 DE JULHO DE 2008 .....	47
FIGURA 31 - GRÁFICO DA VARIAÇÃO DA MÉDIA GRANULOMÉTRICA ENTRE AS AMOSTRAS DE OUTONO E INVERNO.....	48
FIGURA 32 - GRÁFICO DA VARIAÇÃO NO GRAU DE SELEÇÃO ENTRE AS AMOSTRAS DE OUTONO E INVERNO .....	48

## **ÍNDICE DE TABELAS**

TABELA 1: VALORES DE ALTURA MÁXIMA, ALTURA SIGNIFICATIVA, PERÍODO SIGNIFICATIVO E MÉDIA DA DIREÇÃO MENSAL PARA OS MESES DE OUTUBRO A DEZEMBRO DE 2006, MARÇO, ABRIL, MAIO, NOVEMBRO E DEZEMBRO DE 2007 E JANEIRO DE 2008 .....	34
--	----



## SUMÁRIO

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>6</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	<b>11</b>
<b>SUMÁRIO</b> .....	<b>11</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 Afloramentos rochosos na costa paranaense .....	12
1.2 Os Sedimentos .....	12
1.3 O Balanço Sedimentar.....	13
1.4 As Correntes.....	14
1.5 Vorticidade e Descontinuidades na Superfície .....	15
1.6 Ondas .....	17
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>19</b>
2.1 Objetivo Geral.....	19
2.2 Objetivos Específicos.....	19
<b>3. ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>20</b>
3.1 Planície Costeira.....	21
3.2 A Plataforma Interna Rasa.....	22
3.3 Média Granulométrica da Área .....	22
3.4 Clima.....	24
3.5 Os Ventos .....	24
3.6 As Precipitações .....	24
3.7 As Correntes.....	24
3.8 As Ondas .....	25
3.9 As Marés.....	25
3.10 O Transporte de Material na Região.....	26
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>27</b>
4.1 Ondas .....	27
4.2 A Batimetria .....	27
4.2.1 Sondagem Batimétrica .....	27
4.2.2 Correção da maré .....	29
4.3 Sedimentos.....	29
4.3.1 Período de Coleta .....	29
4.3.2 Amostragem de Sedimentos de Fundo .....	29
4.3.3 Análises Granulométricas .....	31
4.3.4 Geração do Banco de Dados .....	31
<b>5. RESULTADOS</b> .....	<b>32</b>
5.1 Ondas .....	32
5.2 Batimetria.....	35
5.3 Características Sedimentológicas.....	35
5.3.1 Amostragem de Outono .....	35
5.3.2 Amostragem de Inverno .....	40
5.3.3 Variação entre as Amostras de Outono e Inverno .....	47
<b>7. DISCUSSÃO</b> .....	<b>49</b>
7.1 A Batimetria .....	49
7.2 O Sedimento.....	49
7.2.1 Amostras de Outono .....	49
7.2.2 Amostras de Inverno .....	50

7.2.3 Variação entre as Amostras de Outono e Inverno .....	51
<b>8. CONCLUSÃO .....</b>	<b>53</b>
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>59</b>
1. Histogramas das amostras de Outono .....	59
2. Histogramas das amostras de Inverno .....	61



## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Afloramentos rochosos na costa paranaense

Os afloramentos rochosos diretamente na costa paranaense são poucos, constituindo ilhas de complexo cristalino, bordados de um lado pela planície sedimentar e do outro pelo mar. A serra da prata mergulha no oceano entre Caiobá e Guaratuba (BIGARELLA, J. J, 1946).

No oceano se observam ilhas rochosas que são picos mais elevados de uma região submergida. Entre as quais se destacam os arquipélagos de Currais, Itacolomis e Ilha da Figueira que são formados pelo complexo cristalino, constituídos de gnaisses, gnaiss-granitos e granitos (BIGARELLA, J. J, 1946).

Na plataforma paranaense ocorrem recifes de arenito ou arenitos praias ou ainda beachrocks, associados a ambientes de energia moderada a alta, como praias, ou na parte interior de franjas de recifes orgânicos. São rochas comuns nas costas tropicais e subtropicais atuais (VEIGA, F. A, 2005). Aragonita, calcita magnesiana e calcita são os carbonatos mais comumente encontrados cimentando essas rochas. Essas estruturas rochosas foram observadas pelo autor entre 20 e 45 km da costa paranaense a profundidades que variam de 18 a 31 metros.

### 1.2 Os Sedimentos

Os sedimentos das plataformas continentais são principalmente detríticos, transportados para o oceano pelas correntes fluviais e produto da erosão costeira causada por ondas (SEIBOLD & BERGER, 1993 *apud* VEIGA, F. A, 2005).

Os sedimentos da zona costeira tendem a ser selecionados de acordo com as forçantes oceanográficas, sendo que as principais são: frentes de ondas, correntes geradas pelo vento, variação da maré e aporte fluvial (KLEINHANS, 2002).

A deposição sedimentar tende a apresentar padrões diferenciados devido à presença de formações rochosas, apresentando padrões



deposicionais de acordo com a configuração do afloramento rochoso (DAVIES & LAUGHTON, 1972 *apud* KENNETT, 1982).

Os sedimentos de fundo próximos à costa, estão mais suscetíveis à ação do fluxo orbital das ondas, gerando uma movimentação e ressuspensão sedimentar (ELLIOTT, 1979 *apud* KENNETT, 1982). O transporte seletivo dos grãos sedimentares (grãos de tamanhos similares) é modulado pela competência dos fluxos aquosos; aqueles caracterizados por energia mais baixa ou normal, transportam material mais fino em suspensão, ao passo que fluxos mais vigorosos, associados a eventos de tempestades ou cheias, que provocam ação erosional mais vigorosa em vales fluviais e adjacências, liberam material sedimentar de granulometria mais grossa, a qual passa a ser mobilizada como carga de leito ou de fundo (PONZI *et. al.*, 2004)

### 1.3 O Balanço Sedimentar

A diferença no crédito e no débito de sedimentos pode ser expressa como balanço sedimentar, sendo negativo quando ocorre erosão ou positivo havendo acresção, considerando-se o nível do mar estável (KOMAR, 1998).

Para que ocorra aporte sedimentar na plataforma continental, é necessário que o sedimento ultrapasse a “cerca de energia costeira”, conceito proposto por ALLEN (1970). Segundo o autor, isso pode ocorrer de três maneiras:

- pelo recuo da linha de costa durante eventos transgressivos.
- por fluxos de vazante em desembocaduras fluviais e estuarinas.
- por fortes correntes de retorno geradas por tempestades

O balanço sedimentar é composto por muitas variáveis, a alteração significativa de alguma delas pode causar um desequilíbrio no balanço sedimentar, por exemplo, com a implantação de estruturas rígidas que interrompem o fluxo da corrente de deriva litorânea em uma praia, pode mudar completamente a dinâmica sedimentar desse sistema (KOMAR, 1998).

### 1.4 As Correntes Costeiras

Diversos autores consideram a corrente de deriva litorânea um dos principais agentes modificadores da linha de costa. PETHICK (1984) afirma que a magnitude das correntes de deriva geradas por ondas depende da altura e do ângulo de incidência dos trens de ondas em relação à linha de costa.

Ao incidirem paralelamente ou com obliquidade de baixo ângulo à linha de costa, as ondas podem causar as correntes de retorno (*rip currents*), o sentido dessas correntes é mar adentro (KOMAR, 1998). Segundo o autor em casos de eventos extremos, como tempestades, as correntes podem ganhar força, tendo o poder de transportar o sedimento da praia plataforma adentro, fazendo com que esse sedimento se incorpore à plataforma continental,

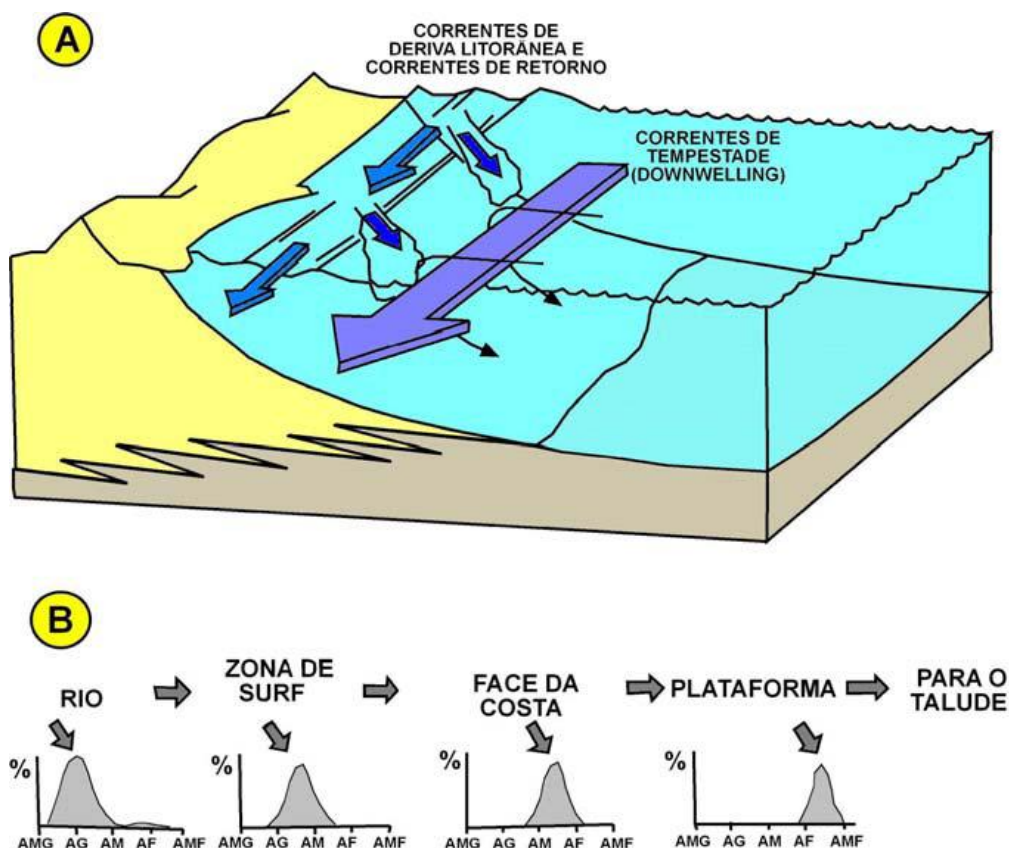
Em estudos feitos por NOERNBERG (2001), a partir de imagens de satélite, observou em Praia de Leste mega correntes de retorno (*mega-rip-currents*) com extrema energia capaz de transportar o sedimento da zona de surf para a plataforma continental.

Outras formas de correntes também devem ser consideradas como agentes dinâmicos importantes em ambientes de águas marinhas rasas, como as correntes geradas pela maré ou as geradas pela diferença de densidade (KOMAR, 1998).

O esquema proposto por SWIFT & THORNE (1991) apresenta a inter-relação entre as correntes, o transporte e a sedimentação em uma costa sem grandes rios (Fig. 1).

Durante a passagem de grandes ondulações paralelas à costa, as correntes de retorno transportam o sedimento em suspensão da zona de surfe para a plataforma, onde as correntes de plataforma podem transportar esse material costa afora (*downwelling currents*) (SWIFT & THORNE, 1991).

Os autores também afirmam que ao ser exposto às correntes de retorno atuantes na plataforma continental o sedimento se move obliquamente em relação à costa, apresentando um tamanho médio do grão menor e uma seleção progressiva do continente em direção ao talude (Fig. 1).



**FIGURA 1** - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DO SISTEMA DE DISPERSÃO DE SEDIMENTOS NA COSTA ILUSTRANDO A DIMINUIÇÃO DO DIÂMETRO MÉDIO E A SELEÇÃO PROGRESSIVA FLUXO ABAIXO (AMG=AREIA MUITO GROSSA; AG=AREIA GROSSA; AM=AREIA MÉDIA; AF=AREIA FINA; AMF=AREIA MUITO FINA) (MODIFICADO DE SWIFT & THORNE, 1991 *apud* VEIGA, 2005)

Segundo VEIGA (2005) as correntes de deriva no litoral central do Paraná são diretamente dependentes do regime de ondas, podendo ter seu sentido invertido ou, até mesmo, desaparecer por determinados períodos. Porém, observa-se sempre um sentido preferencial de sul para norte, que atua com maior intensidade na região próxima à costa da plataforma rasa do Paraná (ANGULO, 1992; NOERNBERG, 2001; QUADROS, 2002; VEIGA, 2005).

### 1.5 Vorticidade e Descontinuidades na Superfície

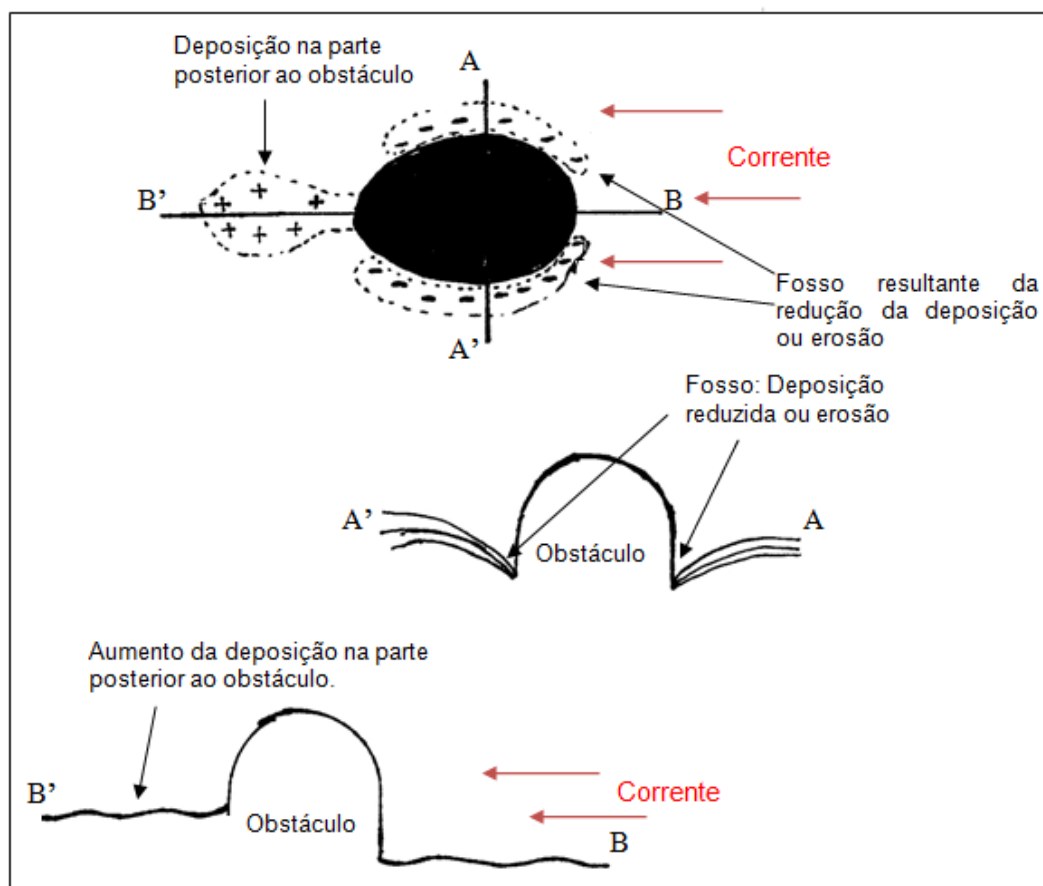
Nos movimentos de fluídos, se ideal ou real, os elementos apresentam rotações e processos de vorticidade (ALLEN, 1968). Os movimentos de fluídos reais são considerados as forças de cisalhamento responsáveis pela

vorticidade, logo em movimentos de fluídos ideais ou perfeitos, essas forças são desprezadas. Portanto quando o conceito de fluido ideal é aplicado, a vorticidade não ocorre (ALLEN, 1968).

Estudos feitos em túneis de vento por AYNSLEY *et al.* (1977) comprovam que a descontinuidade em um fluido gasoso provoca um distúrbio, como mostrado na Figura 2, na região a jusante da barreira física ocorre uma zona de turbulência. No caso de um fluido, a mistura é alcançada pela rotação adiante da camada de descontinuidade (ALLEN, 1968).

A formação dos vórtices pode criar uma intensa turbulência, dependendo da velocidade, da pressão e da intensidade do fenômeno, podendo aumentar ou diminuir (ROUSE, 1956 *apud* ALLEN 1968). Numa curta distância após a camada de descontinuidade, no entanto, a turbulência ocasionada é resultado das variações de velocidade e pressão nesta região, tornando esse fenômeno aleatório (PAI, 1957 *apud* ALLEN, 1968).

Perfis de reflexão sísmica têm mostrado a ocorrência comum de variações de relevo nas proximidades de grandes feições topográficas ao longo de bacias oceânicas (DAVIES & LAUGHTON, 1972 *apud* KENNETT, 1982). Constituem fossos marginais e canais formados pela concentração de correntes próximo a grandes feições topográficas (Fig. 3) (KENNETT, 1982). A profundidade dos fossos e canais é determinada pelo período de duração da corrente criando a erosão, a acessibilidade a fontes de sedimentos, bem como a presença de horizontes estratigráficos resistentes que limitam a erosão (KENNETT, 1982).



**FIGURA 2** - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO MOSTRANDO A FORMAÇÃO DE FOSSOS PELAS CORRENTES DE FUNDO PRÓXIMAS A FEIÇÕES TOPOGRÁFICAS. (FONTE: DAVIES & LAUGHTON, 1972 *apud* KENNETT, 1982)

### 1.6 Ondas

Ao se aproximar da costa, a propagação das ondas é influenciada pela configuração morfológica da plataforma continental interna, pela presença de obstáculos naturais ou artificiais (como ilhas e quebra-mares), pelas correntes litorâneas e pelas características das ondas (BULHOES, 2007) .

As ondas de bom tempo sob o fundo é capaz de atingir até a isóbata de 15 m, porém em situações de ondas de tempestade o movimento oscilatório da onda é capaz de atingir áreas mais profundas, causando a ressuspensão de sedimentos (WALKER & PLINT, 1992).

Em situações de ventos fortes as velocidades das correntes são maiores, com a ação das ondas o sedimento é ressuspenso, criando um grande potencial de transporte de sedimentos (BLAAS *et. al.* 2007).

Em águas profundas as oscilações da onda possuem o formato de elipse, ao aproximar-se de águas rasas a onda adquire um formato de elipse mais achatada, progressivamente o movimento passa a ficar mais horizontal, esse fenômeno pode causar uma deformação no substrato e essa interação com o substrato arenoso pode causar feições no leito (CLIFTON, 1976).

## **2. OBJETIVOS**

### *2.1 Objetivo Geral*

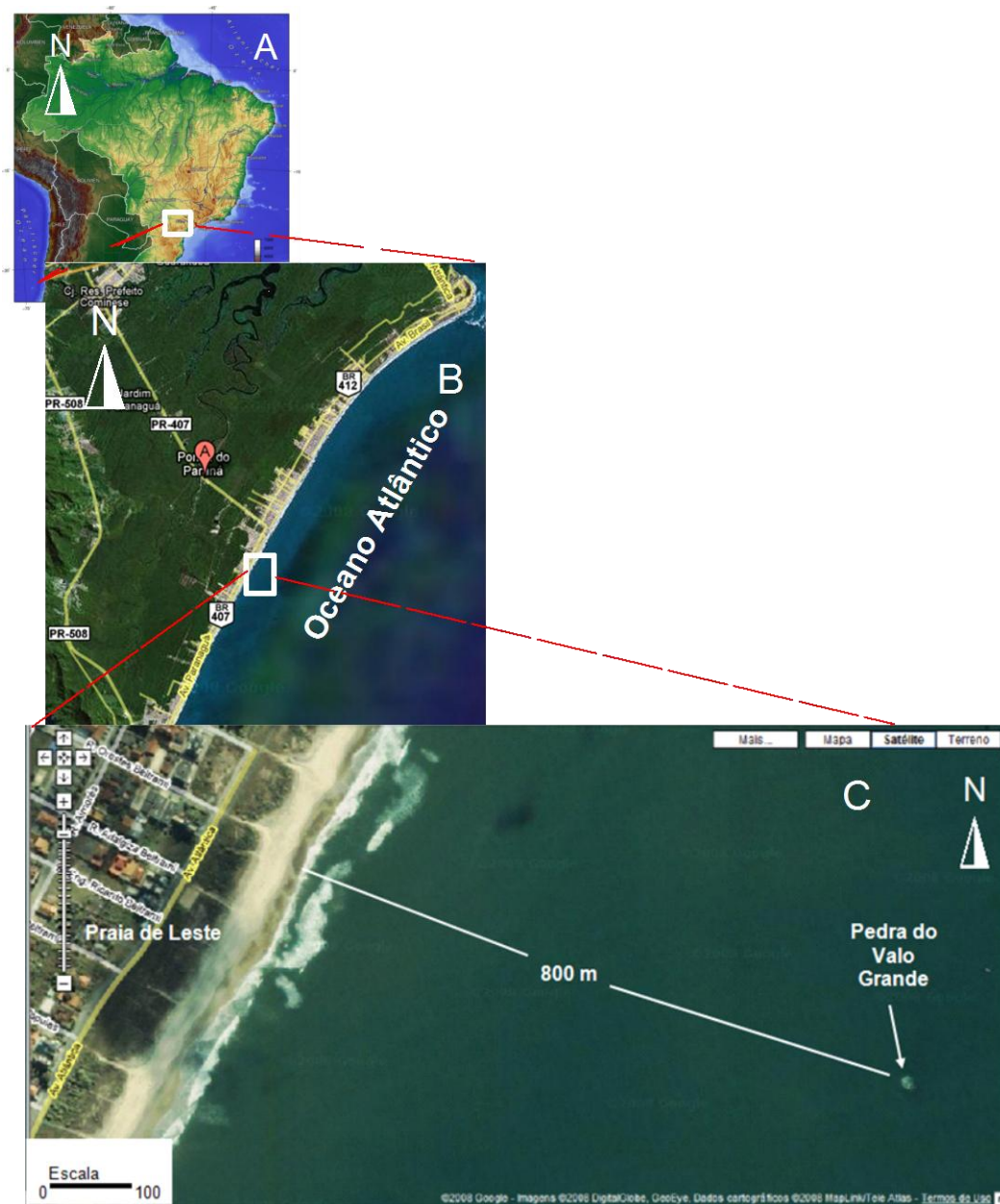
- Este trabalho tem como objetivo principal caracterizar os sedimentos de fundo das áreas adjacentes à Pedra do Valo Grande (P.V.G).

### *2.2 Objetivos Específicos*

- Determinar o padrão batimétrico das proximidades da Pedra do Valo Grande gerando mapas batimétricos;
- Determinar os parâmetros granulométricos dos sedimentos de fundo;
- Compreender a influência da P.V.G sobre os sedimentos de fundo do local.

### 3. ÁREA DE ESTUDO

A Pedra do Valo Grande está localizada na plataforma rasa do litoral central do estado do Paraná, situada em frente ao balneário de Praia de Leste, a aproximadamente 800 metros da costa. A área de estudo compreende aproximadamente 1600 m<sup>2</sup> nos arredores da P.V.G. O acesso para a área pode ser feito através da rodovia BR 277 (Curitiba-Paranaguá) e pela PR 407 até Praia de Leste (Fig. 3).

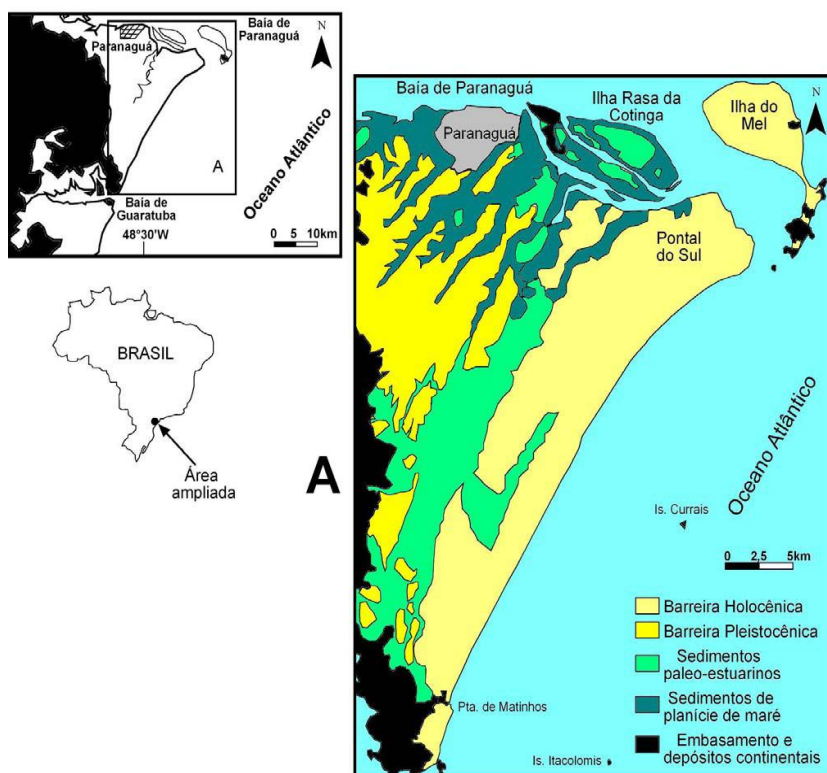


**FIGURA 3** - ÁREA DE ESTUDO: (A) MAPA DO BRASIL; (B) MAPA DO MUNICÍPIO DE PONTAL DO PARANÁ; (C) PRAIA DE LESTE, E A PEDRA DO VALO GRANDE EM DESTAQUE (IMAGEM: GOOGLE<sup>®</sup> MAPS)



### 3.1 Planície Costeira

A região onde se localiza o presente estudo é adjacente à planície costeira, paranaense, primeiramente estudada por BIGARELLA (1946). ANGULO (1992) fez importantes considerações a respeito das variações do nível relativo do mar durante o Pleistoceno e Holoceno. O autor concluiu que a planície costeira paranaense é composta majoritariamente por sedimentos quaternários depositados em ambientes continentais e marinhos (Fig. 6).



**FIGURA 4** - MAPA GEOLÓGICO SIMPLIFICADO DA PORÇÃO CENTRAL DA PLANÍCIE COSTEIRA PARANAENSE (MODIFICADO DE ANGULO, 1992; DEPOIS DE LESSA *et al.*, 2000; *apud* VEIGA, 2005)

Segundo ANGULO (1992), os sedimentos continentais são cascalhos com matriz areno-argilosa, localizados nas proximidades do sopé de serras, na forma de depósitos de leques, tálus e colúvios, associados às vertentes. Os sedimentos de origem marinha são depósitos de areias finas a muito finas, bem selecionadas, constituindo feixes de cordões litorâneos orientados paralelamente à linha de costa atual (SW-NE), que ocorrem na forma de terraços cujas proporções decrescem em direção ao oceano.

### 3.2 A Plataforma Interna Rasa

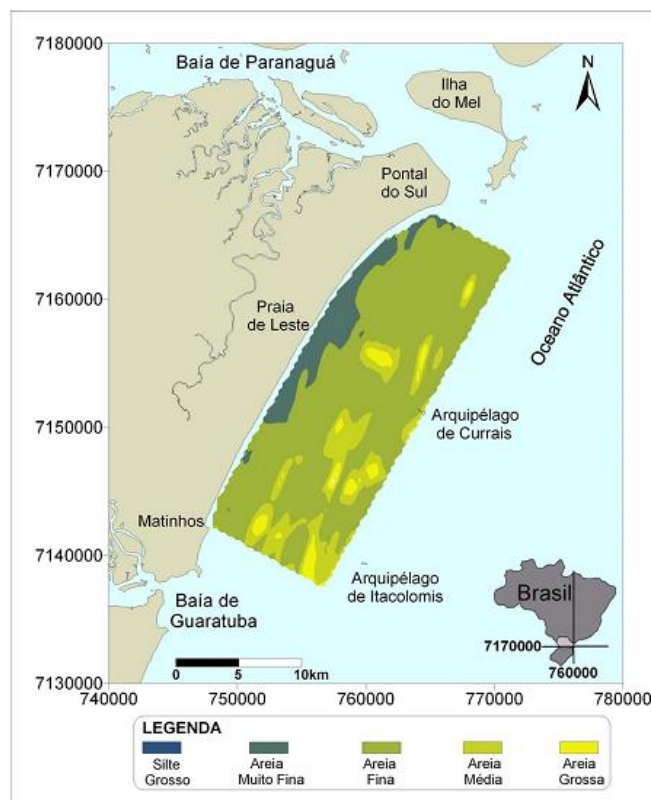
A porção central da área costeira submersa da costa do Paraná caracteriza-se pela sedimentação marinha de material arenoso com granulação constituída predominantemente de areias finas ou médias (0.125 - 0.5 mm) e inclinação inferior a 2° (BIGARELLA & FREIRE, 1960; ANGULO, 1992).

Estudos realizados na plataforma interna rasa paranaense por VEIGA (2005), demonstram a complexa variação granulométrica dos sedimentos presentes na região. O autor sugere que a fração fina das areias muito finas situadas na faixa próxima à costa entre as profundidades de 5 e 10 m é principalmente transportada por suspensão e depositada em condições de baixa energia de ondas.

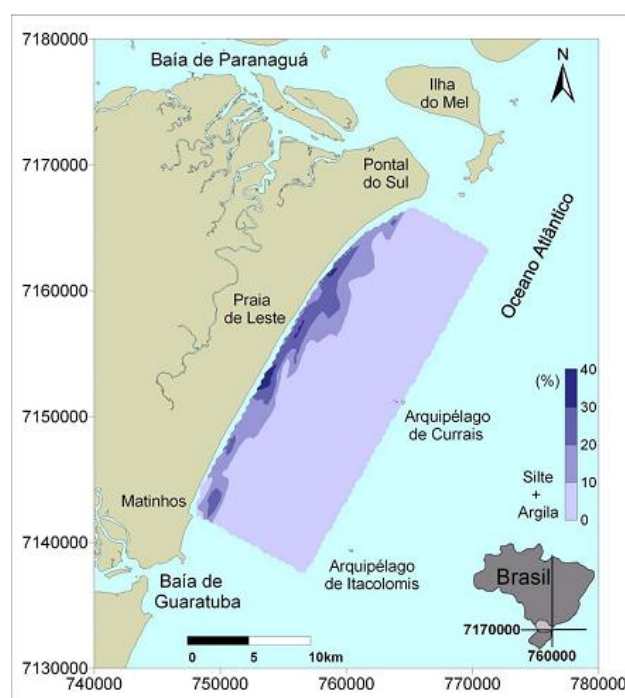
O autor constatou que na porção central da plataforma interna rasa paranaense ocorrem altos fundos e paleo canais próximos ao Arquipélago de Currais, que podem estar associados à interferência das ilhas no padrão de refração de ondas incidentes.

### 3.3 Média Granulométrica da Área

Segundo Veiga (2005), a granulometria dos sedimentos na região apresenta grande predominância de areia fina. Corpos de areia média a grossa ocorrem entre os 10 e 15 m de profundidade, sendo mais comuns na parte sul da área (Fig. 7). Junto à costa, entre os 5 e 10 m de profundidade, ocorre uma faixa de areia muito fina com teores de finos (silte + argila) entre 10 e 40 %. A largura desta faixa é maior na parte norte da área, onde pode ultrapassar 2 km de largura (Fig. 8).



**FIGURA 5** - OCORRÊNCIA DA MÉDIA GRANULOMÉTRICA DAS AMOSTRAS SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO NOMINAL DE FOLK & WARD (1957). (SG = SILTE GROSSO; AMF = AREIA MUITO FINA; AF = AREIA FINA; AM = AREIA MÉDIA; AG = AREIA GROSSA) (VEIGA, 2005)



**FIGURA 6** - DISTRIBUIÇÃO DOS TEORES DE FINOS (SILTE+ARGILA) NOS SEDIMENTOS DE FUNDO DA FACE DA COSTA DA PORÇÃO CENTRAL DO LITORAL PARANAENSE (VEIGA, 2005)

### 3.4 *Clima*

O clima é classificado como pluvial temperado, sempre úmido, com chuvas todos os meses do ano e temperatura média do mês mais quente maior que 22 °C (Cfa)(IPARDES, 1990). As médias máximas na planície litorânea são de 29,6°C e as médias mínimas de 14,8°C. Este tipo climático está sujeito a geadas pouco freqüentes, precipitações regulares durante todos os meses do ano e não apresenta estação seca definida.

### 3.5 *Os Ventos*

O regime de ventos é controlado pela influência da Alta do Atlântico Sul e pela passagem de sistemas frontais. Predominam ventos dos setores ENE, E, ESSE e SE, com intensidade média de 4 m/s. O sistema de brisa na região é bastante relevante, sendo detectadas amplitudes de até 2 m/s nos meses de novembro a março (CAMARGO, MARONE & SILVA DIAS, 1996).

### 3.6 *As Precipitações*

A estação mais chuvosa é o verão e a menos chuvosa o inverno. No verão ocorrem as maiores precipitações em 24 horas, em torno de 100 mm, podendo atingir máximos de 400 mm, sendo a época de maior risco de enchentes e enxurradas (IPARDES,1990).

### 3.7 *As Correntes*

As correntes dominantes na região são no sentido SW-NE devido à direção de entrada dos sistemas frontais no litoral que geram ondas do quadrante sul, incidindo obliquamente na costa geram as correntes de deriva

litorânea (ANGULO, 1992; NOERNBERG, 2001; QUADROS, 2002; VEIGA, 2005).

Em estudo realizado por NOERNBERG (2001), onde foram analisadas imagens do satélite Landsat 7 durante a passagem de uma grande ondulação, o autor descreveu as mega-correntes de retorno (mega-rip-currents) próximo à área de estudo, formada por massas de água vindas de Pontal do Sul convergindo com a massas de água vindas de Matinhos, as correntes atingiram a isóbata de 10 m. O autor afirmou que nessas condições podem ocorrer importantes transferências de material da zona de surf para a plataforma rasa.

### 3.8 As Ondas

São poucos os trabalhos publicados a respeito do clima de ondas no litoral do Paraná, PORTOBRÁS (1983) realizou um levantamento de dados entre os meses de agosto a dezembro de 1982 com um ondógrafo instalado entre Praia de Leste e o arquipélago de Currais. O autor observou a existência de trens de ondas preferenciais das direções ENE e SSE/E, e que as ondas mais altas vem do quadrante SE.

Parâmetros	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Altura máxima (m)	2,35	3,95	3,2	2,65	3,5
Altura Significativa (m)	1,58	2,54	2,04	1,49	2,13
Período Médio (s)	16,53	10,73	12	9,8	12
Direção	-----	112°	133°	140°	123°

Fonte: Portobrás (1983)

### 3.9 As Marés

Estudos feitos pelo Grupo de Física Marinha - GFM do Centro de Estudos do Mar - CEM, a costa paranaense possui regime de micromarés (amplitudes normalmente menores que 2,0 m). HARARI & CAMARGO, 1994, indicam uma amplitude de maré de 1,8 m na embocadura da baía de Paranaguá, decrescendo ao longo da costa tanto para sul quanto para norte.

### 3.10 O Transporte de Material na Região

A direção dominante a qual o material é transportado é no sentido SW-NE, SAYÃO (1989 *apud* VEIGA, 2005) estimou em cerca de  $300 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{ano}$  o volume de areia movendo-se para o norte na região próxima à baía de Paranaguá. LESSA *et al* (2000) afirmaram que o volume real transportado é pelo menos o dobro do estimado por SAYÃO (1989 *apud* VEIGA, 2005).

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Ondas

O Grupo de Física Marinha do Centro de Estudos do Mar fez um levantamento de dados de ondas com o ondógrafo S4ADW fundeado a uma profundidade de 10 metros distante uma milha da costa no balneário Shangrillá, no município de Pontal do Paraná. Os dados foram captados nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2006; março, abril e maio de 2007; e novembro, dezembro e janeiro de 2008, os dados foram captados de 3 em 3 horas, com duração de 18 minutos cada amostragem. Posteriormente os dados foram processados no software Wave for Windows da Inter Ocean Systems. Para o presente estudo esses dados serão utilizados apenas para obter informações a respeito da direção predominante das frentes de ondas, assim como altura e período.

### 4.2 A Batimetria

#### 4.2.1 Sondagem Batimétrica

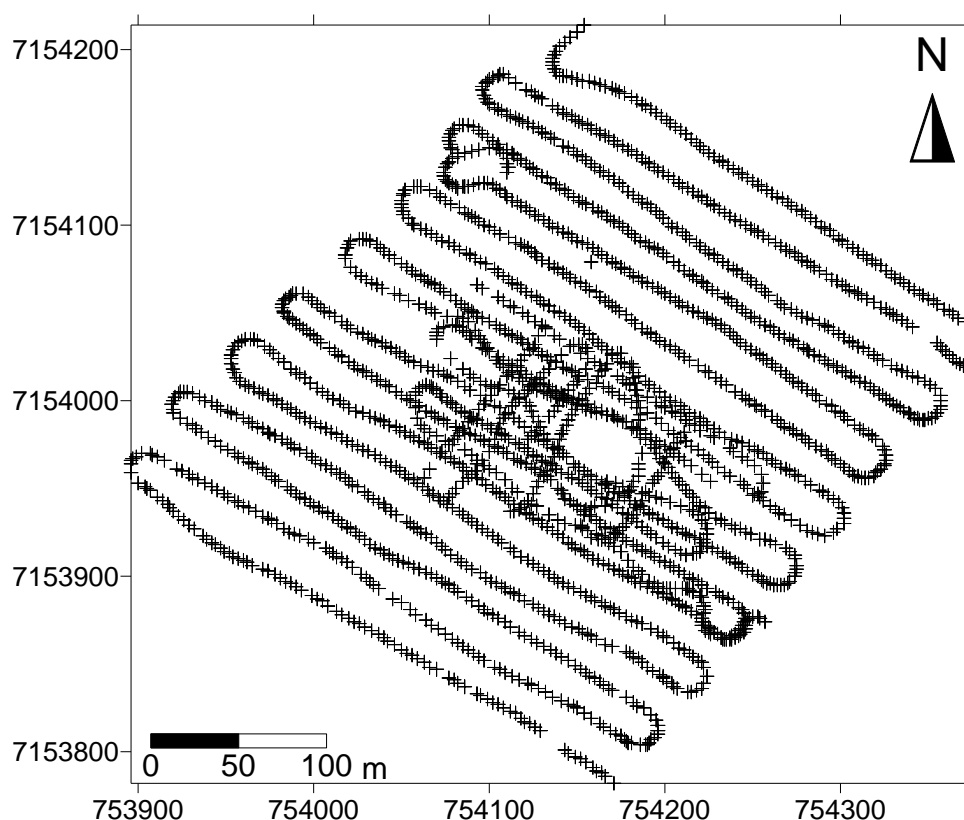
A campanha amostral foi realizada no dia 08 de julho de 2008 em barco de pesca artesanal (Fig. 7).



FIGURA 7: CANOA DE PESCA ARTESANAL UTILIZADA PARA A REALIZAÇÃO DA BATIMETRIA

O equipamento utilizado foi um ecobatímetro modelo GPSMAP 178C Sounder da marca Garmin®, numa área de aproximadamente 90.000 m<sup>2</sup>, dividida em 17 transectos no sentido perpendicular à costa (Figura 8). Após a coleta, os dados foram processados no software SURFER® 8 da Golden Software Corporations interpolados pelo método de triangulação linear, para verificar o formato do afloramento rochoso e as feições morfológicas do sedimento.

Foi utilizado o método de interpolação linear com triangulação para gerar o mapa batimétrico, pois a distribuição de dados foi irregular e esse método avalia melhor a presença de feições topográficas (LANDIM, 2000). Para eliminar o ruído provocado pelas ondas durante a amostragem, a diferença entre as isolinhas batimétricas foi aumentada para 1 metro.



**FIGURA 8** - AMOSTRAGEM BATIMÉTRICA DO DIA 08 DE JULHO DE 2008



#### *4.2.2 Correção da Maré*

A correção da maré foi feita a partir dos dados medidos pelo marégrafo instalado na desembocadura sul da Baía de Paranaguá. A amostragem batimétrica durou uma hora nesse período a maré se manteve em 1,022 metros acima do nível de referência do Datum de Imbituba. Portanto foi subtraído o valor de 1,022 metros de todos os pontos batimétricos capturados.

Foram feitos os seguintes cálculos:

Profundidade (metros) = profundidade medida pelo ecobatímetro (m) – 1,022 (m) (valor da maré para o momento da amostragem batimétrica).

O datum utilizado pelo marégrafo da Paranaguá Pilots é o de Imbituba, estabelecido em 1958. Segundo ALENCAR (1990) a divergência entre o marégrafo de Paranaguá e o Datum altimétrico brasileiro de Imbituba é de 0,001 metro. Portanto essa divergência foi descartada para o presente estudo.

### *4.3 Sedimentos*

#### *4.3.1 Período de Coleta*

Para que seja evidenciada a diferença no padrão sedimentar do entorno da Pedra do Valo Grande, as coletas foram feitas no período de outono e inverno e, também poucos dias após a passagem de um evento de alta energia.

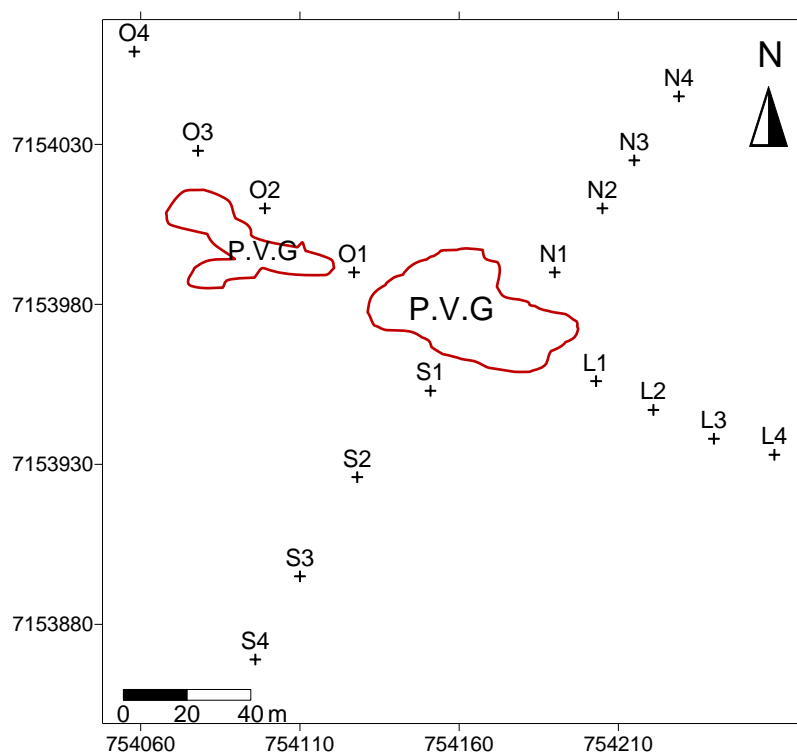
#### *4.3.2 Amostragem de Sedimentos de Fundo*

Os sedimentos de fundo foram coletados a partir de embarcação de pesca artesanal de fibra utilizando dois métodos para a amostragem, a primeira coleta foi feita com equipamento de busca fundo tipo Petite Ponar (Fig. 9) para a segunda amostragem foi utilizando o método do mergulho, sendo que o equipamento utilizado foi um pote com tampa.



**FIGURA 9** - ASPECTO DO MOSTRADOR DE FUNDO TIPO PETITE PONAR

Os sedimentos foram coletados em 16 pontos georreferenciados pré-estabelecidos em 4 transectos partindo do afloramento rochoso nas direções leste, oeste, norte e sul (Fig. 10). As amostragens foram feitas nos períodos de outono e inverno. A primeira coleta foi feita no dia 11 de Abril de 2008 a segunda dia 08 de Julho de 2008.



**FIGURA 10** – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DA AMOSTRAGEM DE SEDIMENTOS

#### 4.3.3 Análises Granulométricas

As análises granulométricas completas foram processadas segundo o método descrito por SUGUIO (1973) pelo peneiramento a intervalos de 0,5  $\Phi$  e pelo método de CARVER (1971), por pipetagem com intervalos de 1  $\Phi$ . Posteriormente foram processadas com o auxílio do software SysGran 3.0 para o cálculo dos parâmetros granulométricos segundo FOLK & WARD (1957). O teor de carbonato foi obtido tratando-se 10 g da amostra com HCl a 10% de volume até cessar a efervescência, lavando-se em seguida o material com água morna destilada e posto a secar para pesagem. O teor de matéria orgânica foi obtido através da queima de 5 g de material seco em mufla a 600 °C.

#### 4.3.4 Geração do Banco de Dados

Para gerar os mapas foi criado um banco de dados montado em planilhas eletrônicas contendo as informações apresentadas no quadro 1.

QUADRO 1– ESTRUTURA DO BANCO DE DADOS

Número da amostra	Latitude	Longitude	Profundidade	Média Granulométrica	Grau de Seleção	Assimetria	Teor de Matéria Orgânica	Teor de Carbonatos
-------------------	----------	-----------	--------------	----------------------	-----------------	------------	--------------------------	--------------------

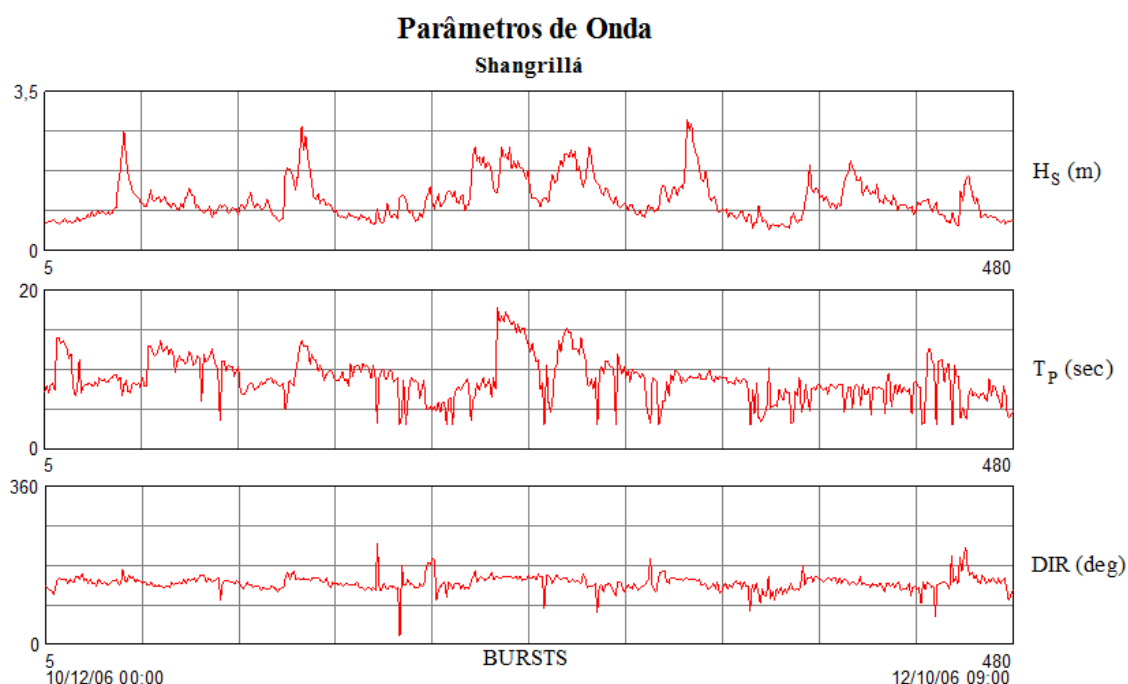
A partir deste banco de dados foram gerados os mapas de isolinhas batimétricas, média granulométrica, seleção, assimetria, matéria orgânica e carbonatos com o auxílio do software Surfer 8.0 pelo método Krigagem. Esse método foi escolhido por ser o que mais se ajustou aos dados, apresentando menos anomalias nos mapas, porém as áreas mais distantes das amostras nos mapas tendem a perder precisão.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Ondas

Os dados de ondas são de fundamental importância, pois em todas as campanhas amostrais na área, foi observado a quebra de ondas sobre o afloramento rochoso.

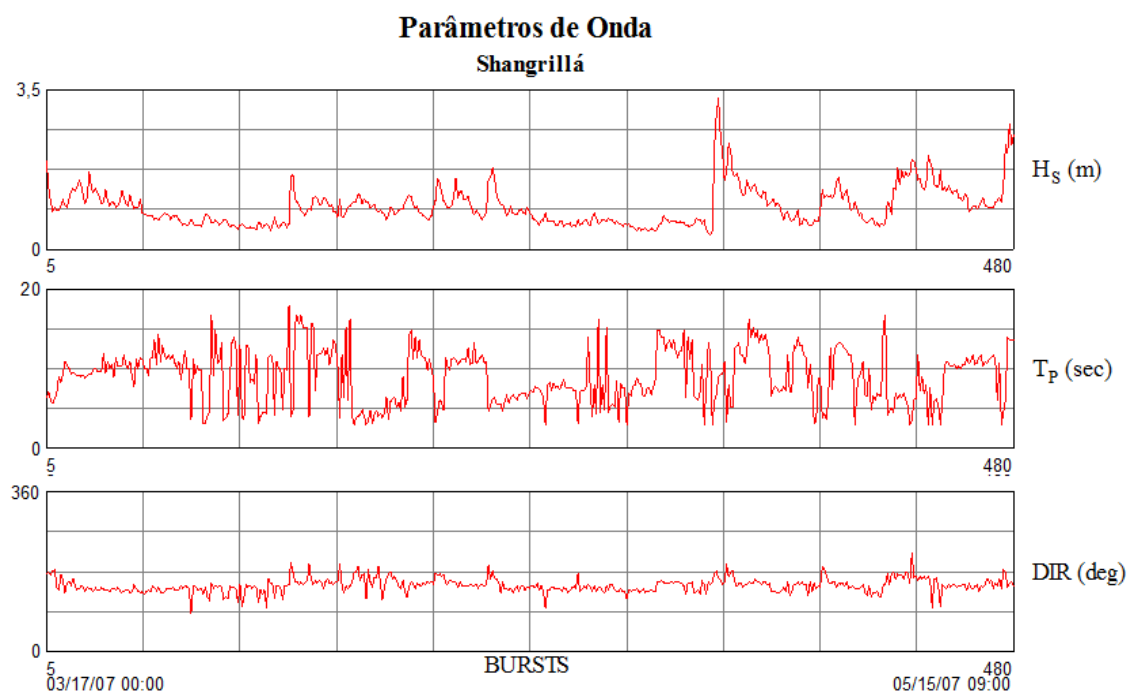
A análise dos dados de ondas coletados nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2006, mostrou que a costa de Pontal do Paraná recebe na maior parte desse período ondulações do quadrante sudeste com a média da altura significativa de 0,98 m, variando de 0,5 m a 3 m e período médio de 8 segundos e o máximo chegando a 18 segundos (Fig. 11).



**FIGURA 11** - PARÂMETROS DE ONDAS DURANTE OS MESES DE OUTUBRO A DEZEMBRO DE 2006. ONDE  $H_s$  É A ALTURA SIGNIFICATIVA EM METROS,  $T_p$  É O PERÍODO SIGNIFICATIVO EM SEGUNDOS E  $Dir$  É A DIREÇÃO PREDOMINANTE DA VAGA EM GRAUS (FONTE: GFM – CEM)

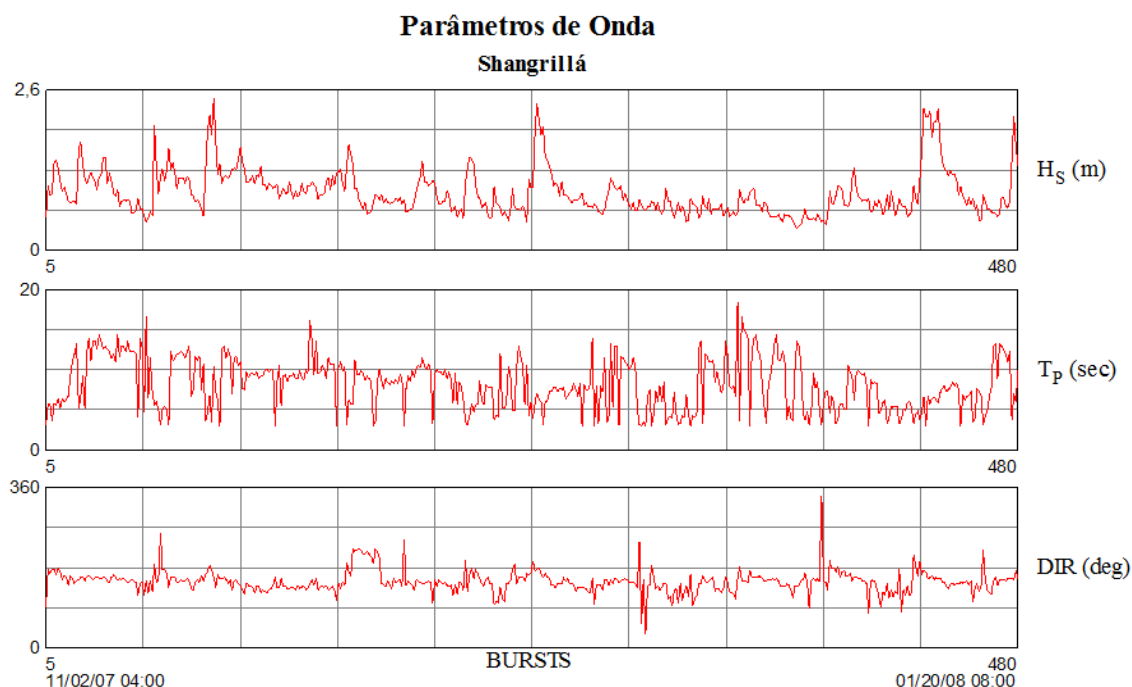
No período de março, abril e maio de 2007, a média da altura significativa da onda foi de 0,93 m com altura máxima de 3,40 m, a direção média da vaga foi de sudeste, também foi observada a entrada de ondulações

do quadrante leste. O período médio foi de 9 segundos, com período máximo de 17 segundos (Fig. 12).



**FIGURA 12 - PARÂMETROS DE ONDAS DURANTE OS MESES DE MARÇO, A MAIO DE 2007. ONDE  $H_s$  É A ALTURA SIGNIFICATIVA EM METROS,  $T_p$  É O PERÍODO SIGNIFICATIVO EM SEGUNDOS E  $Dir$  É A DIREÇÃO PREDOMINANTE DA VAGA EM GRAUS (FONTE: GFM – CEM)**

No decorrer dos meses de novembro, dezembro de 2007 e janeiro de 2008, a média da altura significativa foi de 0,93 m, a altura máxima foi de 2,3 m. O período médio foi de 8 segundos e o período máximo observado foi de 18 segundos. A direção predominante durante o período observado foi do quadrante sudeste, ocorrendo eventos em que a direção da vaga foi de nordeste e leste (Fig. 13).



**FIGURA 13** - PARÂMETROS DE ONDAS DURANTE OS MESES DE NOVEMBRO DE 2007 A JANEIRO DE 2008. ONDE  $H_s$  É A ALTURA SIGNIFICATIVA EM METROS,  $T_p$  É O PERÍODO SIGNIFICATIVO EM SEGUNDOS E DIR É A DIREÇÃO PREDOMINANTE DA VAGA ( FONTE: GFM – CEM)

Segundo o levantamento realizado pelo ondógrafo durante o período apresentado na tabela 1, o mês de abril de 2007 apresentou os maiores valores para altura máxima e altura significativa com 5,44 metros e 3,32 metros respectivamente. Quanto ao período significativo o mês de novembro de 2006 apresentou o maior valor com 10,1 segundos. A direção das frentes de ondas em uma média mensal foi predominantemente de sudeste em todos os meses amostrados.

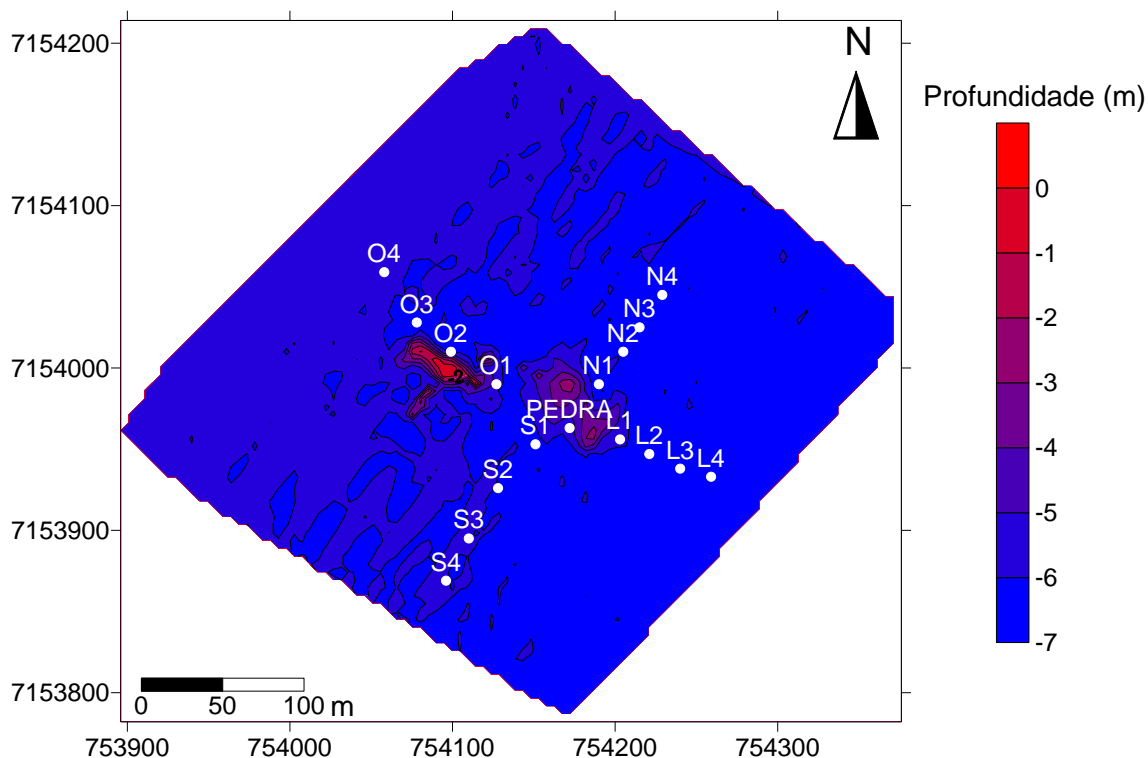
**TABELA 1:** VALORES DE ALTURA MÁXIMA, ALTURA SIGNIFICATIVA, PERÍODO SIGNIFICATIVO E MÉDIA DA DIREÇÃO MENSAL PARA OS MESES DE OUTUBRO A DEZEMBRO DE 2006, MARÇO, ABRIL, MAIO, NOVEMBRO E DEZEMBRO DE 2007 E JANEIRO DE 2008 (FONTE: GFM – CEM)

Parâmetros	out/06	nov/06	dez/06	mar/07	abr/07	mai/07	nov/07	dez/07	jan/08
Altura máx (m)	4,34	4,7	2,68	3,02	5,44	4,53	4,01	3,9	3,79
Altura Sig. (m)	2,73	2,87	1,63	1,94	3,32	2,76	2,45	2,37	2,3
Período Sig. (s)	9,36	10,1	6,82	8,39	8,9	7,84	7,14	7,62	8,51
Direção	140°	139°	139°	140°	151°	151°	153°	144°	146°

## 5.2 Batimetria

No levantamento batimétrico foram observados dois corpos rochosos na área estudada, um maior mais a leste e outro menor a oeste.

No quadrante oeste e sul as profundidades encontradas foram menores. As áreas mais profundas observadas estão localizadas nos quadrantes norte e leste (Fig. 14).



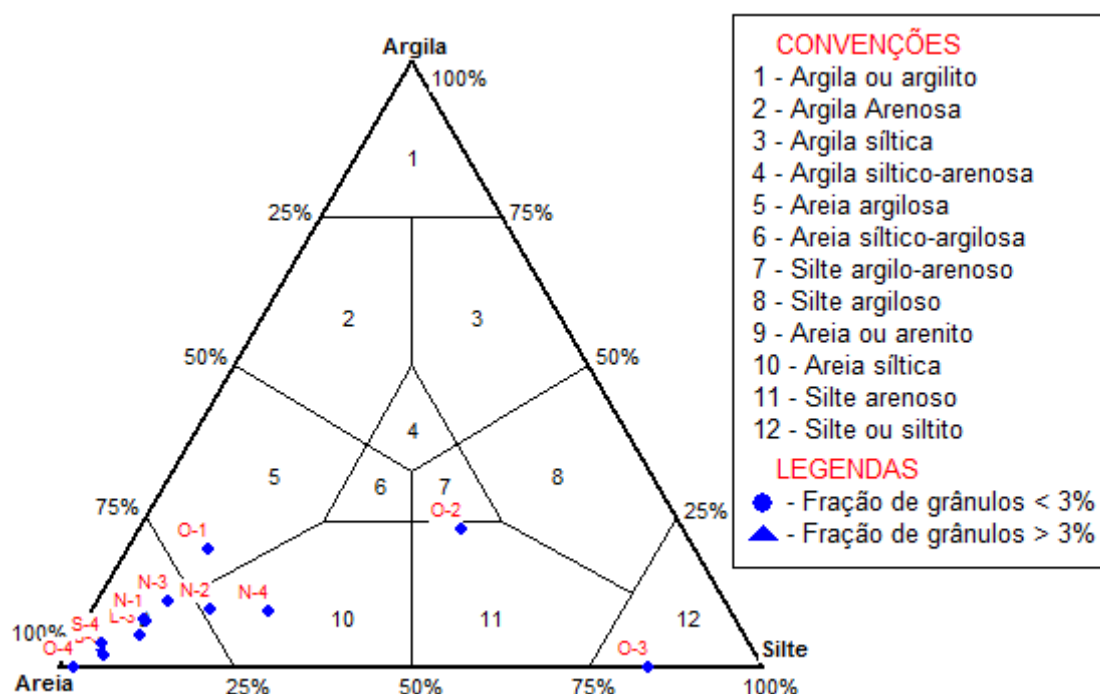
**FIGURA 14** - MAPA BATIMÉTRICO DA ÁREA DE ESTUDO DO DIA 08 DE JULHO DE 2008 E OS PONTOS DAS AMOSTRAS SEDIMENTARES

A profundidade máxima encontrada foi de 6,98 metros e a mínima foi 0,5 metros, porém foi observado que o afloramento rochoso maior pode ficar acima da linha da água em aproximadamente 0,5 metros em baixa-mar de sizígia.

## 5.3 Características Sedimentológicas

### 5.3.1 Amostragem de Outono

O carácter predominantemente arenoso da área pode ser observado utilizando a classificação de SHEPARD (1954), na qual 10 das 14 amostras são classificadas como areia. As amostras O-1, O-2, O-3 e N-4 foram classificadas respectivamente como areia argilosa, silte areno-argiloso, silte arenoso e areia siltica (Fig. 15).

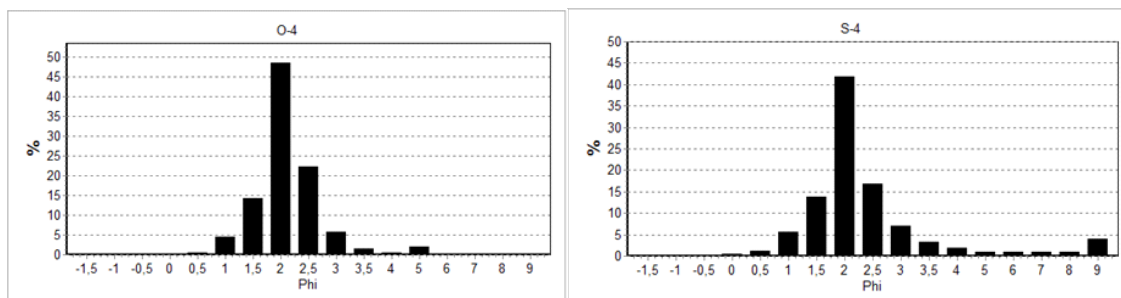


**FIGURA 15** - CLASSIFICAÇÃO DOS SEDIMENTOS DAS AMOSTRAS DE OUTONO NO ENTORNO DA PEDRA DO VALO GRANDE SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO DE SHEPARD (1954)

Observando-se a média granulométrica e os histogramas de frequência das amostras de sedimentos analisadas, podem ser identificados três tipos distintos de sedimento:

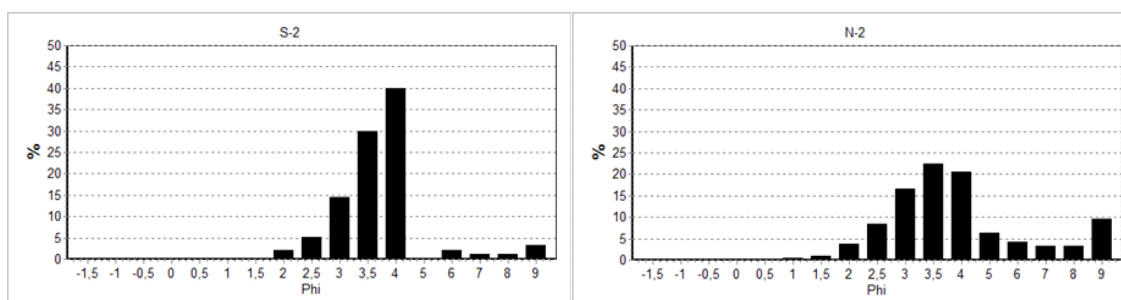
1) as areias médias encontradas no ponto S-4 do transecto sul e no ponto O-4 do transecto oeste (Figuras 16 e 19), foram caracteristicamente unimodais;





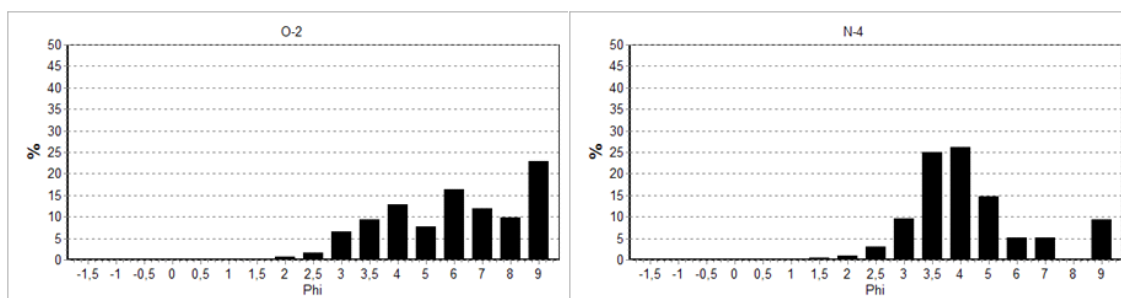
**FIGURA 16** - RESULTADOS TÍPICOS DAS AREIAS MÉDIAS DAS ÁREAS MAIS RASAS

2) as areias muito finas encontradas nos transectos norte, sul e leste (Figuras 17 e 19), encontradas na profundidade de 7 metros, foram observados sedimentos unimodais e bimodais.

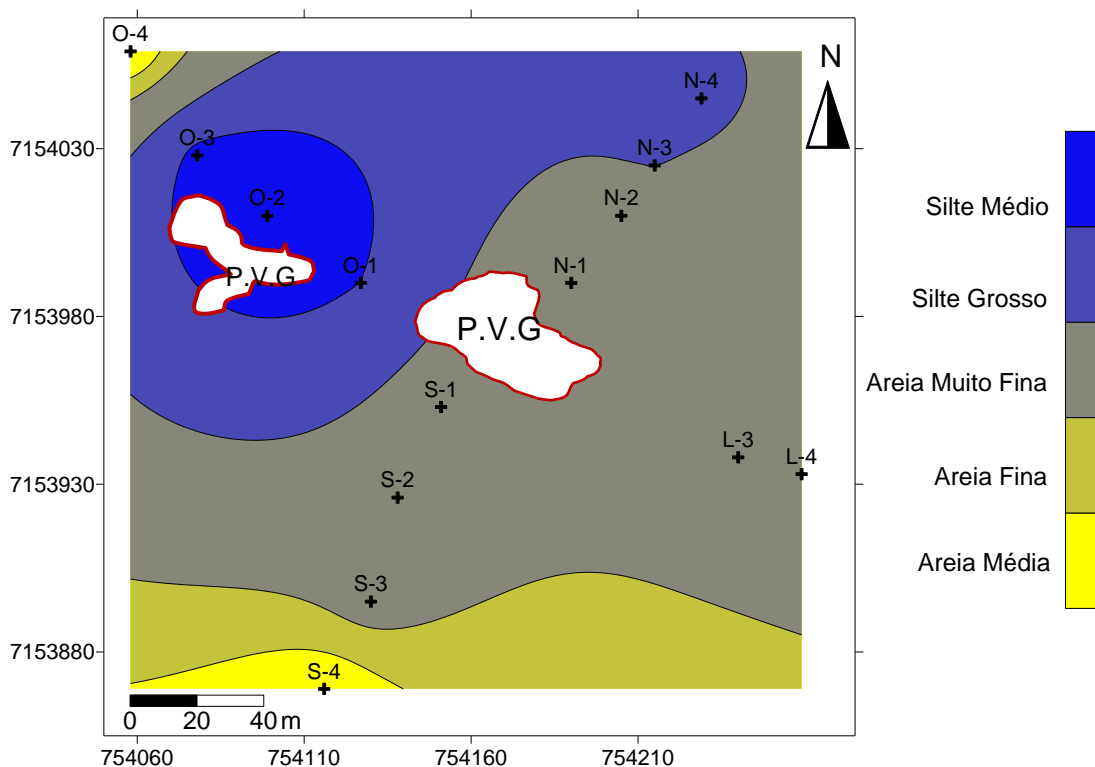


**FIGURA 17** - RESULTADOS TÍPICOS DAS AREIAS MUITO FINAS DAS ÁREAS MAIS PROFUNDAS.

3) areias muito finas com altos teores de silte e argila entre 10 e 40 % encontrados a oeste e norte da Pedra do Valo Grande (Fig.s 18 e 19), a amostra O-2 apresentou um comportamento trimodal e a N-4 bimodal.

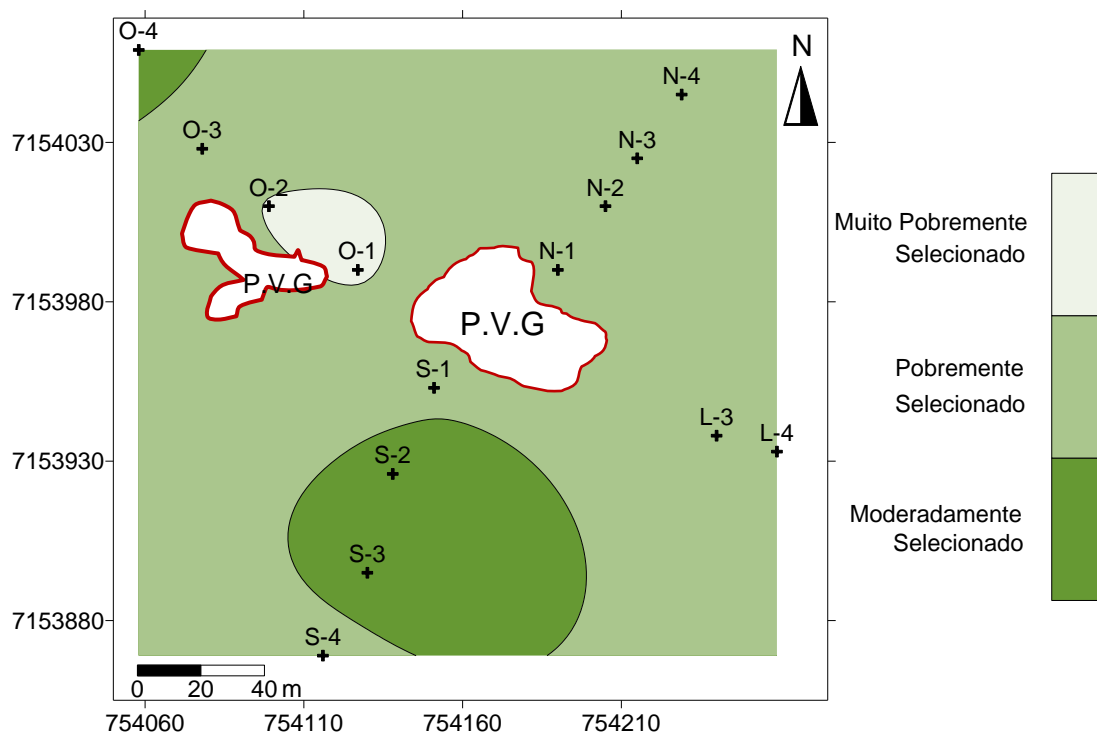


**FIGURA 18** - RESULTADOS TÍPICOS DE AREIAS MUITO FINAS COM ALTOS TEORES DE SILTE E ARGILA ENTRE 10 E 40 % DAS ÁREAS MAIS PROFUNDAS E COM POUCA ENERGIA



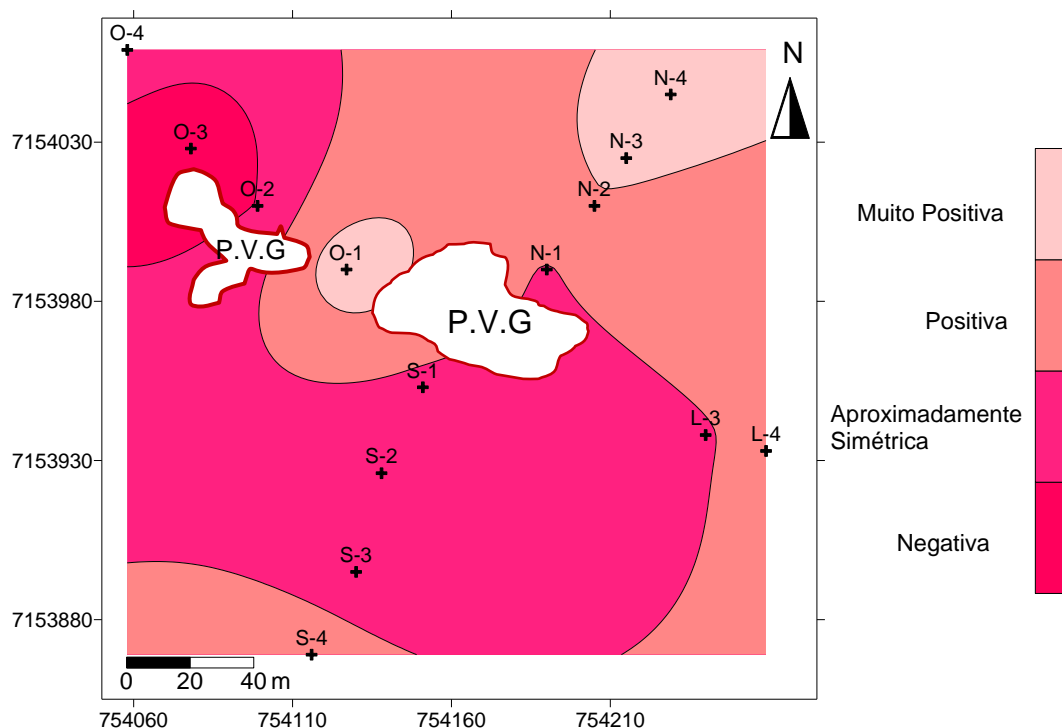
**FIGURA 19** - MAPA DA MÉDIA GRANULOMÉTRICA NO ENTORNO DA PEDRA DO VALO GRANDE NO DIA 11 DE ABRIL DE 2008, SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO NOMINAL DE FOLK & WARD (1957)

Quanto ao grau de seleção, predominam sedimentos pobremente selecionados (Fig. 20). Nas amostras O-1 e O-2 correspondente ao transecto oeste, foram observados sedimentos muito pobremente selecionados. Nos transectos norte e leste, as areias muito finas com teores de finos entre 10 e 40 % são predominantemente pobremente selecionadas. Já as areias muito finas e areias médias associadas ao transecto sul e extremo do quadrante oeste são moderadamente selecionadas.



**FIGURA 20** - GRAU DE SELEÇÃO NO ENTORNO DA PEDRA DO VALO GRANDE NO DIA 11 DE ABRIL DE 2008, SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO NOMINAL DE FOLK & WARD (1957)

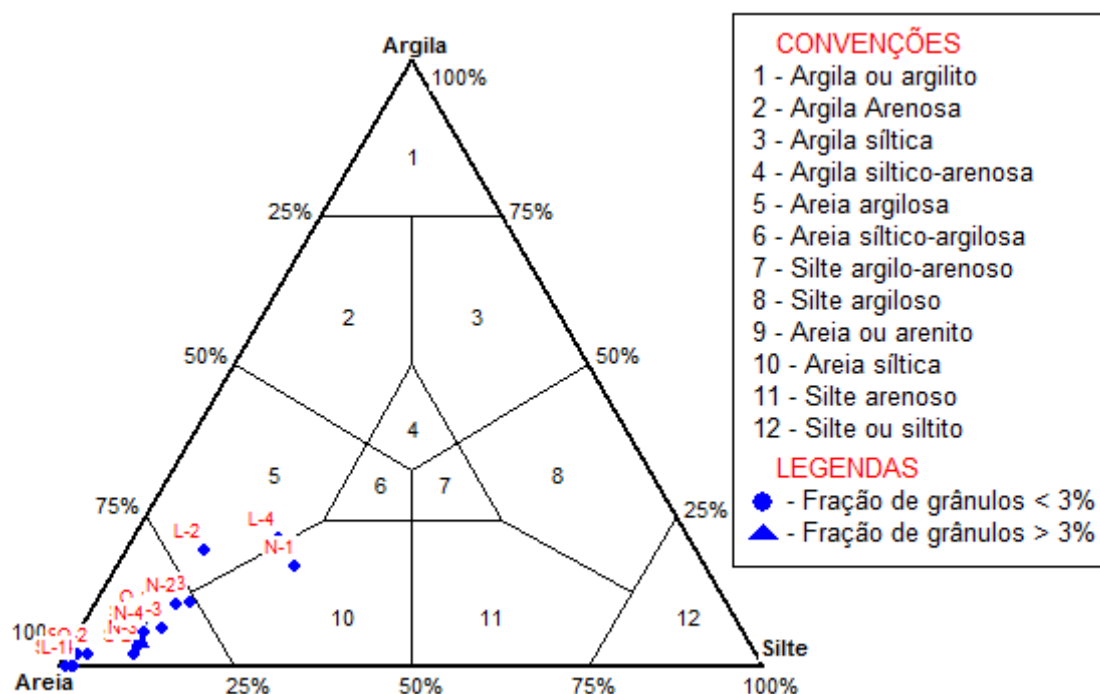
No entorno da Pedra do Valo Grande predominam os sedimentos aproximadamente simétricos (Fig. 21). Os sedimentos do quadrante sul da Pedra do Valo Grande, compostos de areia muito fina com teores de finos entre 5 % e 11 %, são aproximadamente simétricos. Os sedimentos do quadrante norte e leste da Pedra do Valo Grande, compostos de areia muito fina com altos teores de silte e argila (entre 10 % e 35 %), possuem simetria positiva e muito positiva.



**FIGURA 21** - ASSIMETRIA DOS SEDIMENTOS NO ENTORNO DA PEDRA DO VALO GRANDE NO DIA 11 DE ABRIL DE 2008, SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO NOMINAL DE FOLK & WARD (1957)

### 5.3.2 Amostragem de Inverno

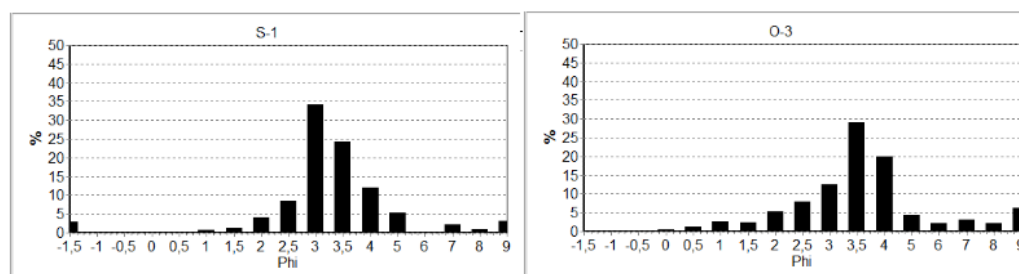
O caráter predominantemente arenoso da área pode ser observado utilizando a classificação de SHEPARD (1954), na qual 13 das 16 amostras são classificadas como areia. As amostras N-1, L-2 e L-4 foram classificadas respectivamente como areia siltica e areia argilosa. (Fig. 22).



**FIGURA 22 - CLASSIFICAÇÃO DOS SEDIMENTOS DAS AMOSTRAS DE INVERNO NO ENTORNO DA PEDRA DO VALO GRANDE SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO DE SHEPARD (1954)**

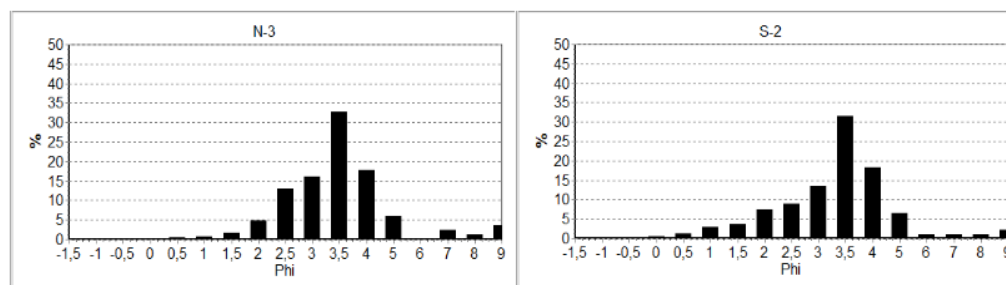
Observando-se a média granulométrica e os histogramas de frequência das amostras de sedimentos analisadas, podem ser identificados três tipos distintos de sedimentos:

1) as areias finas encontradas nos transectos Sul, Oeste, Norte e no ponto L-1 do transecto leste (Figuras 23 e 26) , seguiram os mesmos padrões do outono;



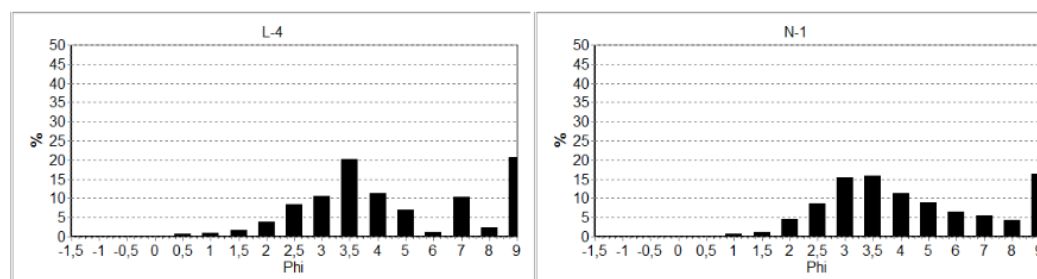
**FIGURA 23 - RESULTADOS TÍPICOS DAS AREIAS FINAS E MUITO FINAS DAS ÁREAS MAIS RASAS**

2) as areias muito finas encontradas em pontos nos transectos norte e sul (Figuras 24 e 26), caracteristicamente unimodais.

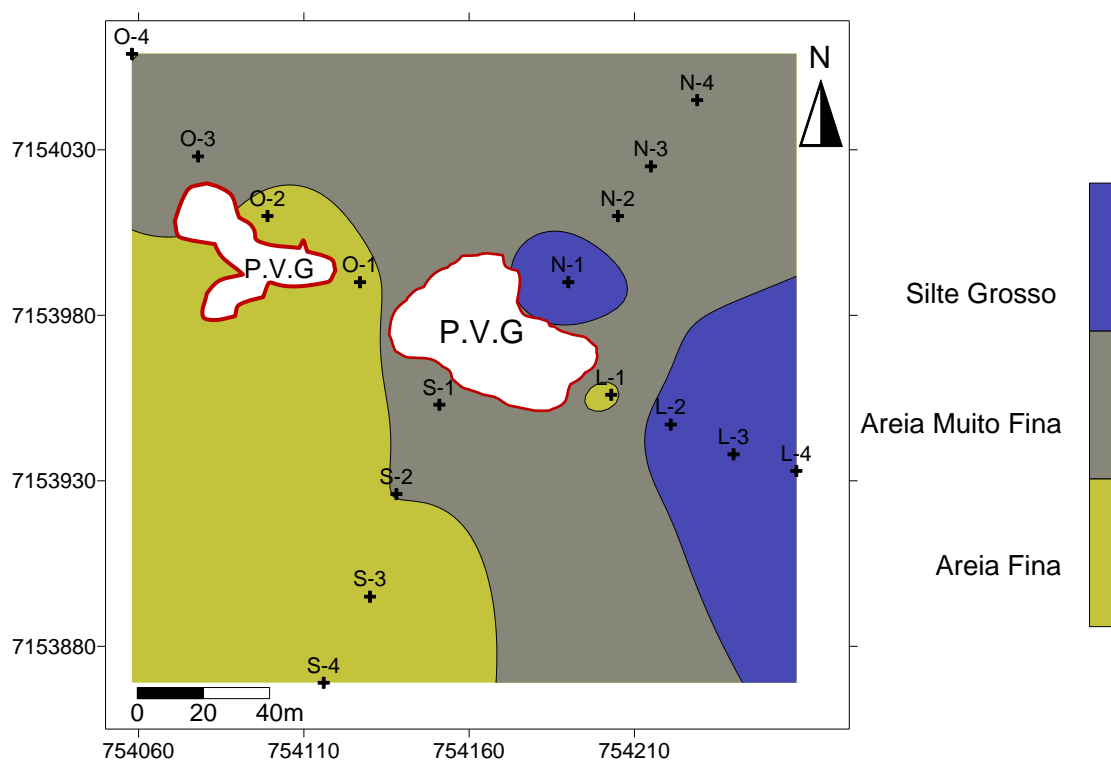


**FIGURA 24** - RESULTADOS TÍPICOS DAS AREIAS MUITO FINAS DAS ÁREAS MAIS PROFUNDAS.

3) areias muito finas com altos teores de silte e argila entre 10 e 40 %, encontradas pontualmente nas amostras N-1, L2, L-3 e L-4 (25 e 26), foram encontradas amostras unimodais, bimodais e trimodais.

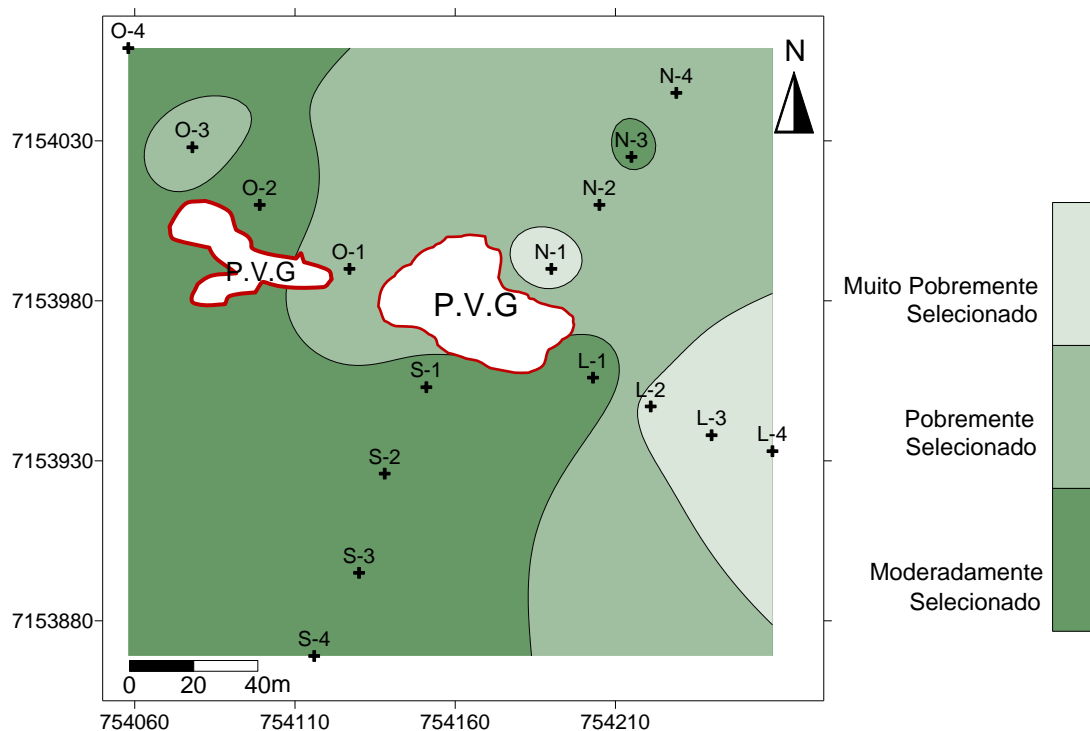


**FIGURA 25** - RESULTADOS TÍPICOS DE AREIAS MUITO FINAS COM ALTOS TEORES DE SILTE E ARGILA ENTRE 10 E 40 % DAS ÁREAS MAIS PROFUNDAS E COM MENOR ENERGIA



**FIGURA 26 - DISTRIBUIÇÃO DO DIÂMETRO MÉDIO NOS SEDIMENTOS DE FUNDO NO ENTORNO DA PEDRA DO VALO GRANDE NO DIA 08 DE JULHO DE 2008, SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO NOMINAL DE FOLK & WARD (1957)**

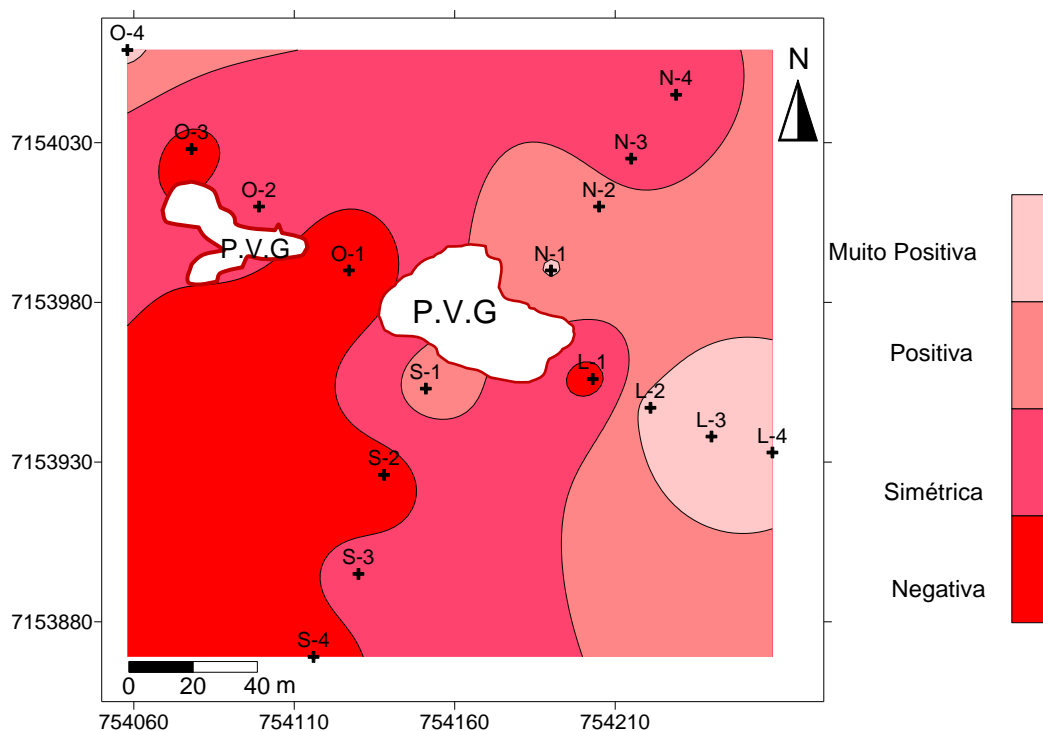
Quanto ao grau de seleção, predominam sedimentos moderadamente a pobremente selecionados (Fig. 27). No transecto leste, as amostras com areias muito finas com altos teores de silte e argila entre 10 e 40 %, são predominantemente muito pobremente selecionadas. Na amostra N-1 correspondente ao transecto norte, foi observado sedimento muito pobremente selecionado associado ao silte grosso. Já as areias finas associadas a pouca profundidade são moderadamente selecionadas.



**FIGURA 27** - MAPA DO GRAU DE SELEÇÃO NO ENTORNO DA PEDRA DO VALO GRANDE NO DIA 08 DE JULHO DE 2008, SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO NOMINAL DE FOLK & WARD (1957)

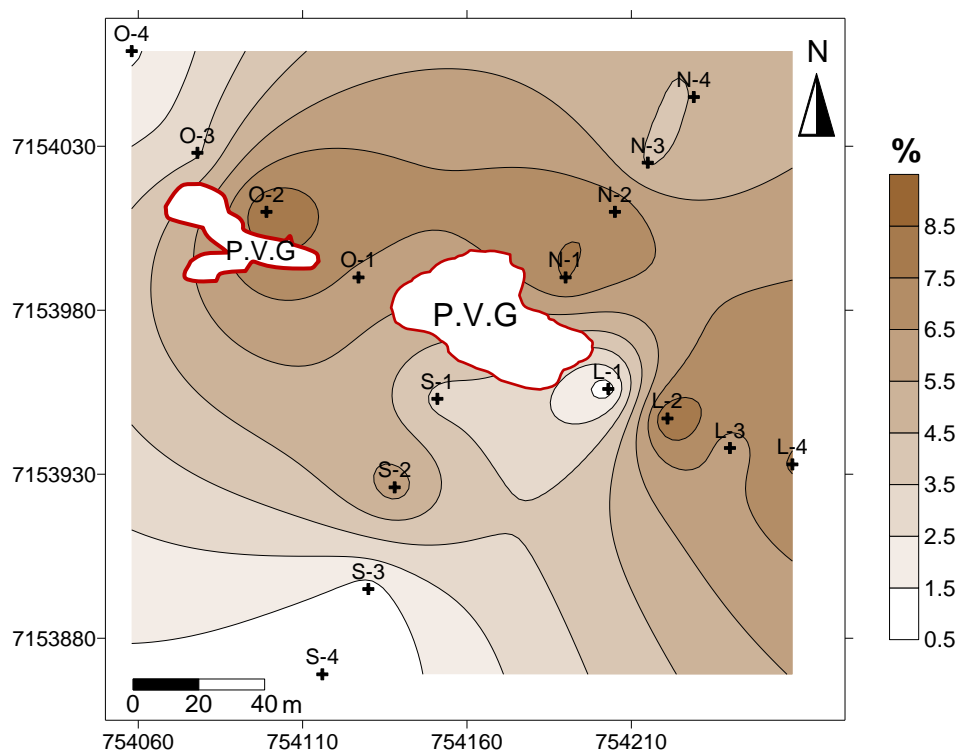
No entorno da Pedra do Valo Grande predominam os sedimentos com assimetria negativa a aproximadamente simétricos (Fig. 28). Os sedimentos do transecto norte e leste da Pedra do Valo Grande, compostos de areia muito fina e silte grosso com teores de finos entre 10 e 40 %, apresentam assimetria positiva.





**FIGURA 28** - ASSIMETRIA DOS SEDIMENTOS NO ENTORNO DA PEDRA DO VALO GRANDE NO DIA 08 DE JULHO DE 2008, SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO NOMINAL DE FOLK & WARD (1957)

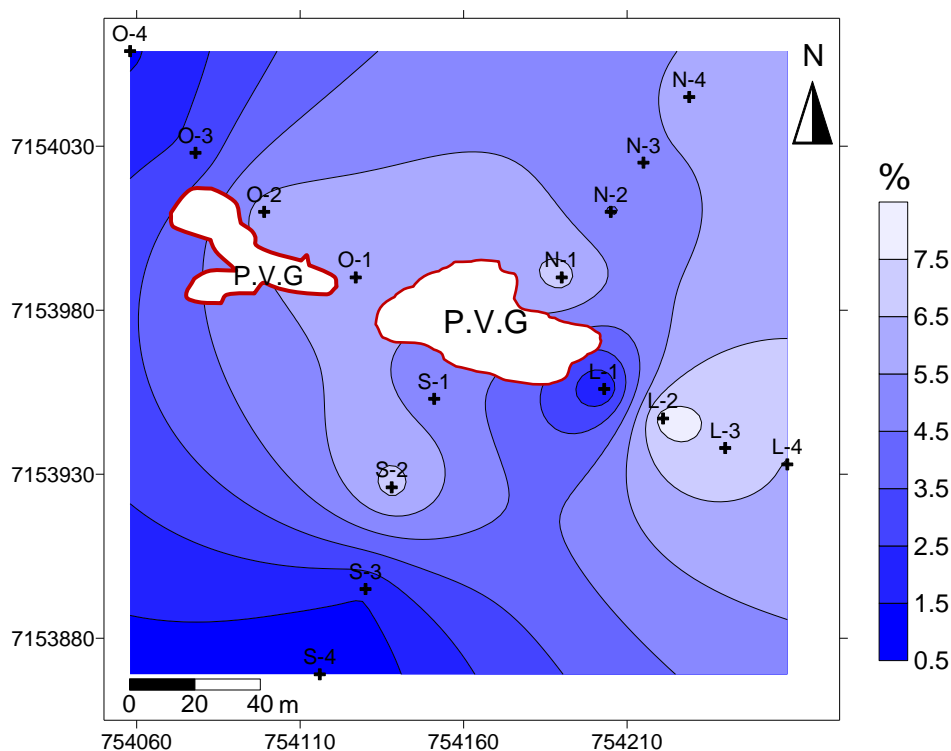
Os teores de matéria orgânica nos sedimentos da área estudada são predominantemente inferiores a 6 %. Nas amostras do transecto norte e leste da Pedra do Valo Grande foram observados os maiores valores, onde ocorrem areias muito finas e silte grosso com altos teores de finos, os teores de matéria orgânica podem alcançar valores superiores a 6 %. O valor máximo observado foi de 8 % (Fig. 29).



**FIGURA 29** - TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA PRESENTE NOS SEDIMENTOS NO ENTORNO DA PEDRA DO VALO GRANDE NO DIA 08 DE JULHO DE 2008

Já os teores de carbonato são usualmente inferiores a 6 %. Os teores mais elevados, entre 6,5 e 8 % (Fig. 30), ocorrem na faixa de sedimentos com altos teores de finos na isóbata de 7 metros no transecto leste da Pedra do Valo Grande, e pontualmente na amostra N-1, ao norte da Pedra do Valo Grande. Também se observam teores elevados onde ocorrem as areias fina e muito fina.

Em todas as amostras foram encontrados fragmentos de conchas e nas mais próximas ao corpo rochoso foi encontrado fragmentos de organismos incrustantes, como algas e mexilhões.

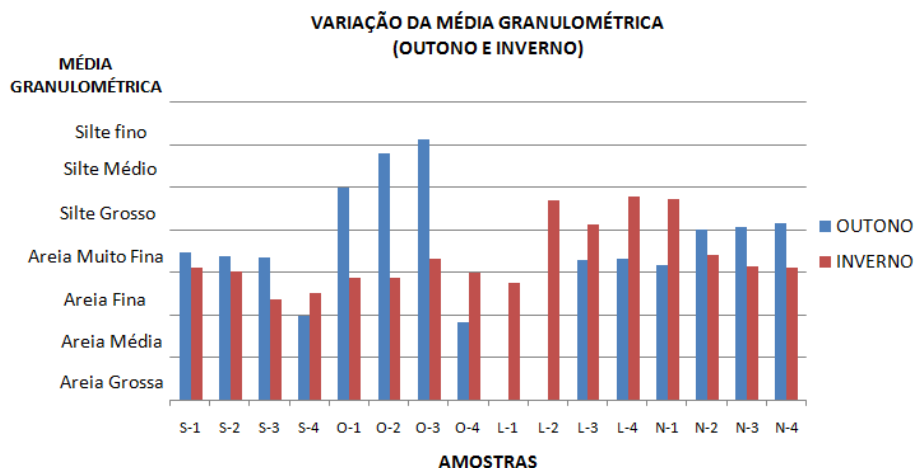


**FIGURA 30** - TEORES DE CARBONATO TOTAL NOS SEDIMENTOS NO ENTORNO DA PEDRA DO VALO GRANDE NO DIA 08 DE JULHO DE 2008

### 5.3.3 Variação entre as Amostras de Outono e Inverno

O transecto oeste obteve a diferença mais significativa na média granulométrica entre as amostras de outono e inverno, onde no outono os pontos O-1, O-2 e O-3 eram compostos de silte médio e grosso, no inverno a composição desses pontos variou para areia fina nos pontos O-1 e O-2 e para areia muito fina no ponto O-3 (Fig. 31).

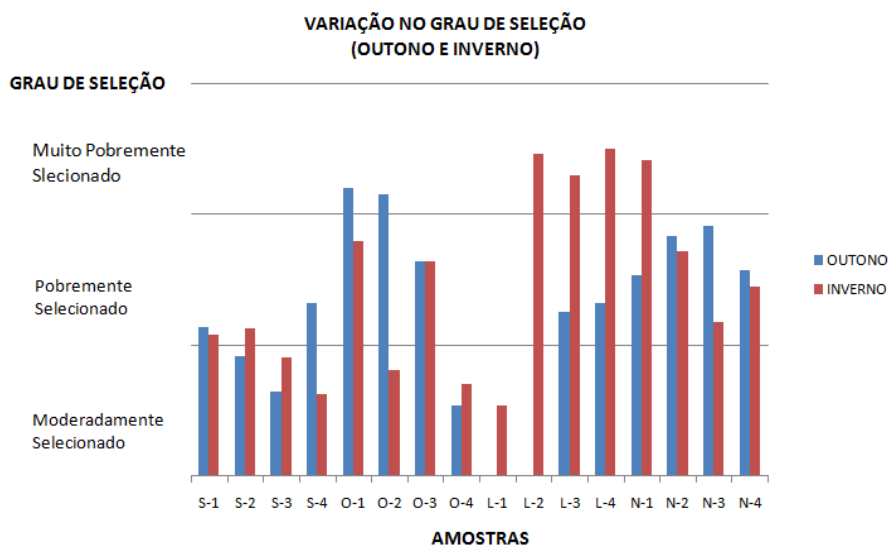
Os pontos O-4, L-3, L-4 e N-1 obtiveram uma diminuição na granulometria, esses locais no outono eram compostos por areia muito fina, no inverno a composição granulométrica passou para silte grosso.



**FIGURA 31 - GRÁFICO DA VARIAÇÃO DA MÉDIA GRANULOMÉTRICA ENTRE AS AMOSTRAS DE OUTONO E INVERNO**

Quanto à variação no grau de seleção, a amostra O-2 foi a que mais variou, no outono apresentava sedimentos muito pobremente selecionados e no inverno passou a apresentar sedimentos moderadamente selecionados (Fig. 35).

As amostras L-3, L-4 e N-1 tiveram um comportamento muito semelhante, no outono apresentavam sedimentos pobremente selecionados e no inverno passaram a apresentar sedimentos muito pobremente selecionados.



**FIGURA 32 - GRÁFICO DA VARIAÇÃO NO GRAU DE SELEÇÃO ENTRE AS AMOSTRAS DE OUTONO E INVERNO**

## 7. DISCUSSÃO

### 7.1 A Batimetria

Na área de estudo foram observados dois afloramentos rochosos, um maior a leste que possui área de aproximadamente 1800 m<sup>2</sup> e o outro menor a oeste que possui área de aproximadamente 780 m<sup>2</sup>. Esses corpos rochosos estão dispostos na direção SE-NW, podendo influenciar o fluxo das correntes da direção SW-NE.

O erro embutido nos resultados relativo às ondas impossibilita a análise das feições menores que poderiam ser produzidas pelas ondas ou correntes no entorno da Pedra do Valo Grande. Porém foi obtido sucesso ao mapear o formato dos afloramentos rochosos, o que permite fazer deduções empíricas a respeito do transporte de material na área.

### 7.2 O Sedimento

#### 7.2.1 Amostras de Outono

Os sedimentos podem ser classificados em três tipos:

##### **i) As areias médias encontradas nos pontos S-4 e O-4:**

A menor profundidade torna essas áreas mais suscetíveis à ação da energia das ondas e das correntes, fazendo com que os grãos mais finos sejam transportados para outras áreas.

Estas areias parecem refletir com maior acuidade as propriedades das partículas transportadas, apresentando um grau de seleção maior para o sul que indica um transporte preferencial neste sentido na área. Segundo VEIGA (2005) esse fenômeno pode ser observado diversas vezes, principalmente em condições de vento NE. Observando os dados medidos pela estação meteorológica do CEM os ventos no período do dia 8 ao dia 12 de abril variaram do quadrante L e N.

##### **ii) As areias muito finas encontradas nos pontos S-1, S-2, S-3, N-1, N-2, L-3 e L-4:**

Com essa característica sedimentar, a mais comum encontrada na área, é possível inferir que isso reflete um período de pouca energia, possibilitando a deposição dos grãos mais finos na área, segundo SWIFT & THORNE (1991), quanto mais fino o sedimento na zona costeira menor será a ação da energia das ondas e correntes.

No verão, foi observado nos dados apresentados pelo ondógrafo que podem ocorrer longos períodos (10 a 15 dias) sem a incidência de frentes de ondas capazes de (remover) o sedimento depositado à profundidade de 5 a 6 metros. Nessas situações os grãos mais finos podem ser depositados, como observados na amostragem de outono.

**iii) As amostras com areias muito finas com altos teores de silte e argila nos pontos O-1, O-2, O-3, N-3 e N-4:**

Os locais classificados como silte grosso são menos afetados pela energia das ondas e correntes, por isso os grãos mais finos se depositam nesses locais.

Os pontos O-1, O-2 e O-3 apresentaram os sedimentos mais finos entre todos os outros pontos, características de sedimentos presentes em áreas de baixa energia, esse local parece estar protegido das correntes pela presença do afloramento rochoso. Os pontos N-3 e N-4 estão localizados em áreas mais profundas, impedindo que a ação das ondas suspenda os grãos mais finos. Como já foi visto na revisão bibliográfica do presente trabalho, SWIFT & THORNE (1991) classificaram o tamanho do grão de acordo com a energia das correntes e das ondas presentes na plataforma continental, os sedimentos da área de estudo corroboram com essa classificação.

*7.2.2 Amostras de Inverno*

**i) As areias finas encontradas nos pontos S-3, S-4, O-1, O-2, O-3 e L-1:**

Esse resultado permite inferir que esse tipo de sedimento está associado às áreas de maior energia de correntes. O ponto L-1 está localizado na borda leste do afloramento rochoso local onde provavelmente as correntes SW-NE são mais intensas. Esse padrão pode ser devido à presença da rocha, pois o ponto L-1 está localizado na borda da rocha, favorecendo a passagem das correntes.

**ii) As areias muito finas encontradas nos pontos S-1, S-2, O-3, N-2, N-3 e N-4:**

Os pontos S-1 e S-2 que estão mais próximos à P.V.G no transecto sul, podem estar sendo pouco influenciados pela presença da rocha. Tendo em vista que o transporte preferencial de material na área de estudo é no sentido SW-NE (ANGULO, 1992; NOERNBERG, 2001; QUADROS, 2002; VEIGA, 2005) as componentes da corrente poderiam estar menos intensas nos pontos do transecto norte devido à presença da rocha, semelhante com o observado em estudo feito por DAVIES & LAUGHTON, (1972, *apud* KENNETT, 1982) (Fig. 3).

**iii) As areias muito finas com teores de silte e argila entre 10 e 40 % encontrados nas amostras de inverno nos pontos N-1 do transecto norte, L2, L-3 e L-4 do transecto leste:**

Esse tipo de sedimento foi encontrado nas áreas com maior profundidade como observado no transecto leste, sugerindo que a pouca energia facilita a deposição desse tipo de sedimento. No ponto N-1, o resultado sugere que o corpo rochoso afeta as correntes e as ondas, tornando essa área mais protegida, facilitando a deposição dos finos, esse local pode ser classificado como zona de sombra.

### *7.2.3 Variação entre as Amostras de Outono e Inverno*

No geral as amostras de inverno apresentaram média granulométrica maior que as amostras de outono, o que sugere a ação mais intensa das ondas e correntes no inverno. Os pontos L-3, L-4 e N-1 dos transectos leste e norte apresentaram sedimentos mais finos no inverno,

A variação da média granulométrica mostrou que o sedimento presente no transecto oeste teve a maior variação comparado aos outros transectos. Nos pontos O-1, O-2 e O-3 do transecto oeste os sedimentos ficaram mais grossos e nos pontos O-1 e O-2 melhor selecionados. Esse comportamento pode refletir a influência que essa área tem com relação às ondulações, visto que esses pontos estão localizados na zona de quebra de ondas sobre a P.V.G.

Previamente à coleta de inverno, houve a entrada de um sistema frontal com trens de ondas do quadrante sudeste, com altura significativa de 1,4 m a

0,9 m e período de 10 segundos, essa frente pode ter gerado correntes no sentido SW-NE capaz de remover os sedimentos mais finos e modificando a média granulométrica do transecto oeste de areia muito fina para sedimentos compostos de areia fina. Vários autores (ANGULO, 1992; NOERNBERG, 2001; QUADROS, 2002; VEIGA, 2005) caracterizam a corrente SW-NE como predominante na região.

Quanto ao grau de seleção, devido à variação dos pontos N-1 e O-2, estes apresentam maior influência isto devido-se à presença da Pedra do Valo Grande e na maneira como os sedimentos são depositados, devido à alteração das correntes e a quebra de ondas na área, pois esses dois pontos estão localizados nas bordas das rochas, o O-2 está na borda norte do corpo rochoso menor e o ponto N-1 na borda norte do corpo rochoso maior. Segundo KENNETT (1982) as feições topográficas no leito do oceano podem gerar erosão ou acreção nas suas proximidades dependendo de como as correntes e ondas se comportam.

No ponto O-2, na borda do corpo rochoso menor, o fluxo de energia parece ser maior no inverno, pois o local apresentou sedimentos melhor selecionados. No ponto N-1 o fluxo de energia parece ter diminuído, pois ocorrem sedimentos mais pobremente selecionados e também ocorreu a deposição de sedimentos mais finos no inverno, isso indica que esse ponto pode estar protegido das correntes SW-NE pelo afloramento rochoso.

O padrão encontrado nas amostras L-3 e L-4 pode estar ligado à batimetria, pois essa é a área mais profunda dentre todos os locais amostrados e está menos exposto à ação das ondas e correntes de fundo. O padrão encontrado nas amostras L-3 e L-4 é compatível aos resultados encontrados por VEIGA (2005), onde foram encontrados altos teores de finos na área próxima ao presente estudo.



## 8. CONCLUSÃO

As áreas mais profundas foram encontradas a leste da Pedra do Valo Grande com 6,87 metros, enquanto que as áreas mais rasas foram observadas a oeste do afloramento rochoso com 4,08 metros de profundidade. O afloramento rochoso maior possui uma área de aproximadamente 1800 m<sup>2</sup> e o menor aproximadamente 780 m<sup>2</sup>, em situações de baixa-mar de sizígia foi observado que o afloramento rochoso maior pode ficar em torno de 0,5 metro acima do nível da água.

No geral foram observados sedimentos com altos teores de finos nas áreas próximas à rocha, os sedimentos mais grossos foram encontrados em áreas mais rasas como no ponto O-4 e S-4, o ponto L-1 apresentou sedimentos mais grossos possivelmente devido à presença da rocha. Esse ponto está localizado na borda leste, o que favorece a passagem do fluxo de água no sentido SW-NE. No geral a variação sedimentar outono-inverno, mostrou que no inverno a área tende a apresentar sedimentos mais grossos, enquanto que no outono devido menor incidência de sistemas frontais, apresentou sedimentos mais finos, com altos teores de silte e argila.

Quanto às características sedimentológicas, os resultados sugerem que vários processos geológicos e hidrodinâmicos contribuíram na configuração dos depósitos sedimentares da porção estudada do entorno da Pedra do Valo Grande. As ondas parecem ser os principais agentes modificadores no local, pois em todas as campanhas amostrais foram observadas a quebra de ondas no local, em mergulho de reconhecimento também foram observadas correntes e vórtices gerados pela ação da quebra das ondas no local. Também, as maiores variações dos parâmetros dos sedimentos ocorreram no eixo transversal à costa em relação ao eixo longitudinal.

As amostras de inverno tiveram uma variação de tipos sedimentares menor que as amostras de outono, esse padrão observado pode ter ocorrido em decorrência da passagem de eventos de maior energia.

A partir desse estudo pode-se concluir que o afloramento rochoso da Pedra do Valo Grande influencia na deposição sedimentar no seu entorno em

uma pequena escala, a razão para tal pode ser a interferência no comportamento das ondas e correntes que atuam localmente.

Para que seja identificado qual a real influência das correntes em um estudo futuro na área é necessário que seja feito um levantamento amostral com um correntômetro. Podendo assim correlacionar a intensidade da corrente com a qualidade do sedimento.

A determinação da real influência dos afloramentos rochosos nas correntes da área, e conseqüentemente nos sedimentos, é necessário que seja feito um levantamento amostral utilizando um correntômetro. Desta forma, será possível correlacionar o comportamento das correntes com as características do sedimento.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, J. C. M. **Datum Altimétrico Brasileiro**, Separata de *Cadernos de Geociências*, no 5, IBGE, Rio de Janeiro, 1990.

ALLEN, J. R. L. **Current Ripples. Their Relation to Patterns of Water and Sediment Motion**. North-Holland Publishing Company. Amsterdã. 75p. 1968.

ALLEN, J. R. L. **Physical Processes of Sedimentation**. Elsevier. New York, 433 p. 1970.

ANGULO, R. J. **Geologia da Planície costeira do Estado do Paraná**. Tese de Doutorado. USP. São Paulo - SP. 334p. 1992.

AYNSLEY, R., MELBOURNE, W. AND VICKERY, B. **Architectural Aerodynamics**. Applied Science, London, pp.254. 1977.

BIGARELLA, J. J. Contribuição ao Estudo da Planície Litorânea do Estado do Paraná. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 1, pp. 75-111, 1946.

BIGARELLA, J. J.; FREIRE, S.S. Nota sobre a ocorrência do cascalheiro marinho no litoral do Paraná. **Bol. Univ. Parana. Geol.**, Curitiba, 3:1-22. 1960.

BLAAS, M., DONG, C., MARCHESIELLO, P., MCWILLIAMS, J.C., STOLZENBACH, K.D.,. Sediment transport modeling on Southern California Shelves: a ROMS case study. **Continental Shelf Research** 27, 832–853. 2007

CAMARGO, R. ; MARONE, E. ; DIAS, P. L. S. . Detecção do sinal de brisa no registro de vento do Pontal do Sul-PR. In: **IX Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Campos do Jordão-SP. v. 2. p. 1036-1040.1996.

CAMARGO, M. G. **SysGran para Windows: sistema de análises granulométricas**. Pontal do Sul - PR. 1999.

CARVER, R. E. Settling analysis. In: Procedures in sedimentary petrology. **Wiley -Interscience**, New York, p.427-452. 1971.

CLIFTON, H. E. **Wave formed sedimentary structures. A conceptual model.** In: **Beach and Nearshore Sedimentation** (Eds. DAVIS, J. R. & ETHINGTON, R. L.). SEPM Special Publication, 24: 126-148. 1976

DAVIES, T. A. & LAUGHTON, A.S. Sedimentary processes in the North Atlantic. In Laughton, A.S., Berggren, W.A., et al., **Initial Reports. DSDP**, 12: Washington (U.S. Govt. Printing Office), 905-934. 1972.

FOLK, R. L. & WARD, W. C. Brazos River Bay: Study of the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, 27: 3-27. 1957.

HARARI, J. & R. CAMARGO. Simulação da propagação das nove principais componentes de maré na plataforma sudeste brasileira através de modelo numérico hidrodinâmico. **Bolm Inst. Oceanogr.**, S. Paulo, 42(1): 35-54. 1994

IPARDES. **Macrozoneamento da APA de Guaraqueçaba.** Curitiba. Vol. 02. 257p. 1990

KENNETT, J, P. **Marine Geology**, University of Rhode Island, 505- 535p. 1982.

KLEINHANS, M. G. **Sediment dynamics on the Shore face and upper continental shelf, a review.** University of Utrecht, 68p. 2002.

KOMAR, P. D. **Beach process and sedimentation.** Prentice-Hall. Nova Jersey. 544p. 1998.

LANDIM, P.M.B. Introdução aos métodos de estimação espacial para confecção de mapas. **Texto Didático.** DGA,IGCE,UNESP/Rio Claro 02, 20 pp. 2000.

LESSA G. C., ANGULO R. J., GIANNINI P. C. F., ARAÚJO A. D.. Stratigraphy and Holocene evolution of a regressive barrier in south Brazil. **Marine Geology**, 165:87-108. 2000.

NOERNBERG, M. A. **Processos morfodinâmicos no complexo estuarino de Paranaguá - Paraná - Brasil. Um estudo a partir de dados in situ e LandSat TM.** Tese de doutorado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 180 p. 2001.

PETHICK, J. **An introduction to coastal geomorphology.** Arnold. Londres. 260p. 1984.

PONZI, V, R, A; NETO, J, A, B; SICHEL, S, E. **Introdução à Geologia Marinha.** 279 p. Editora Interciência. Rio de Janeiro. 2004.

PORTOBRÁS. **Relatório de apresentação das medições meteorológicas observadas em Pontal do Sul, Paranaguá – PR, período set. 1982 a dez. 1986.** Rio de Janeiro: INPH. 189p. 1983.

PORTO LIMA, M. G. **Fundos Artificiais Para o Surfe: Projeto para o Aumento da Surfabilidade do Parcel de Balneário Camboriú-SC.** 80 p. Monografia (Bacharelado em Oceanografia) – Universidade do Vale do Itajaí. 2004.

QUADROS, C. J. L. **Morfodinâmica praial associada a passagens de sistemas frontais em duas praias arenosas do litoral paranaense.** Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Paraná. Curitiba 2002.

SEIBOLD & BERGER, **The Sea Floor – an introduction to marine geology.** Springer – Verlag. Berlim. 356p. 1993

SUGUIO, K. **Introdução à Sedimentologia.** Editora Edgard Blucher/EDUSP, São Paulo, 317 p. 1973.

SWIFT, D. J. P. & THORNE, J. A. Sedimentation on Continental Margins, I - a general model for shelf sedimentation. **Special Publication of the International Association of Sedimentologists**. 14. 3-31. 1991

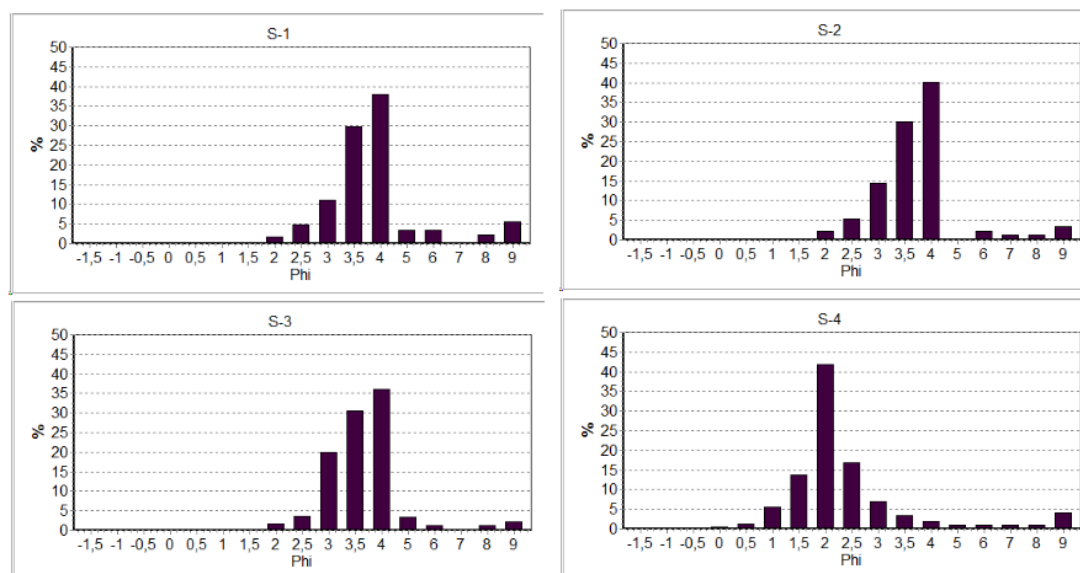
VEIGA, F.A. **Processos Morfodinâmicos e Sedimentológicos na Plataforma Continental Rasa Paranaense**. 122 p. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental) Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2005.

WALKER, R. G. & PLINT, A. G. Wave- and storm-dominated shallow marine systems. **In: Walker, R. G. & James N. P. (eds.)**, Facies models response to sea level changes. Geological Association of Canada. 219-238. 1992.

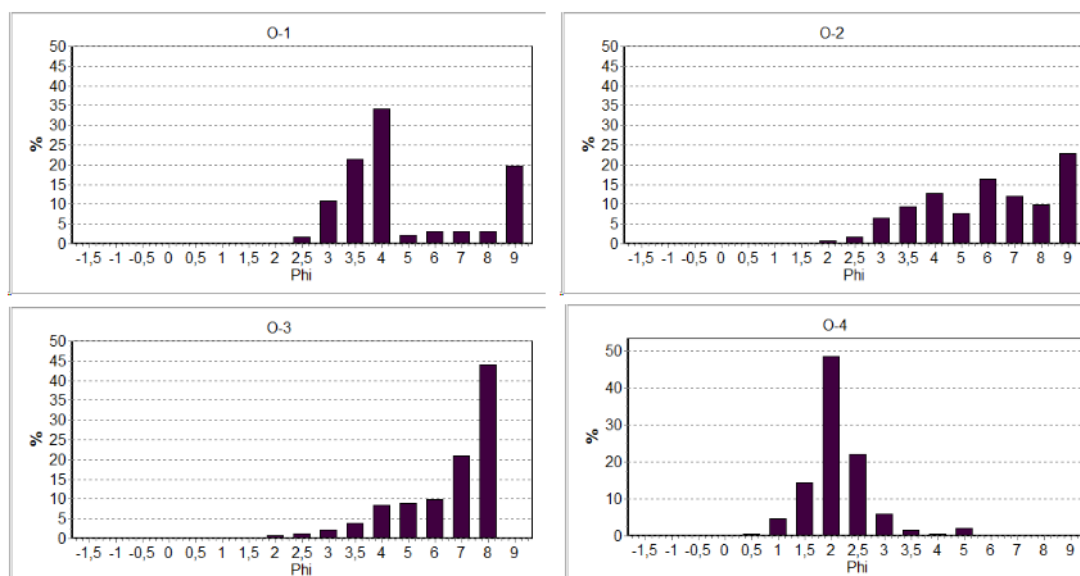
## APÊNDICES

### 1. Histogramas das amostras de Outono

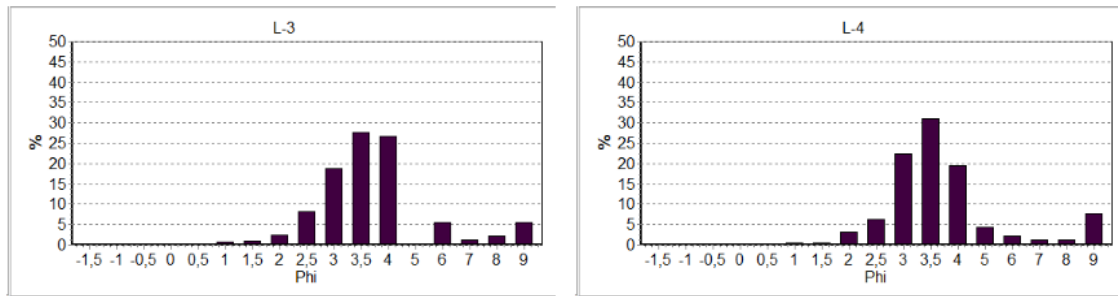
#### Apêndice 1 – Histogramas de frequência das amostras de outono do transecto sul



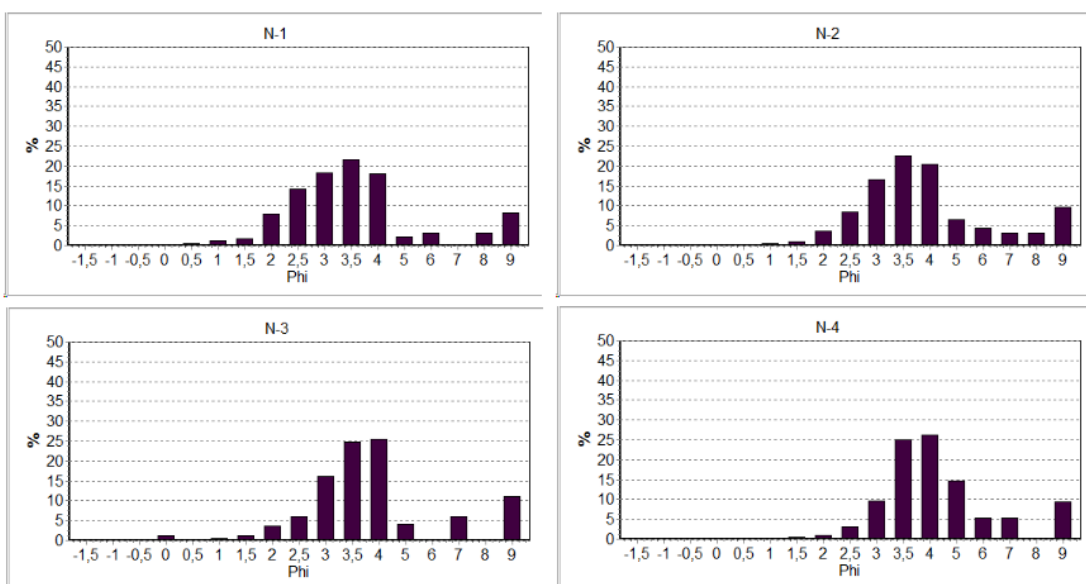
#### Apêndice 2 – Histogramas de frequência das amostras de outono do transecto oeste



### Apêndice 3 – Histogramas de frequência das amostras de outono do transecto leste



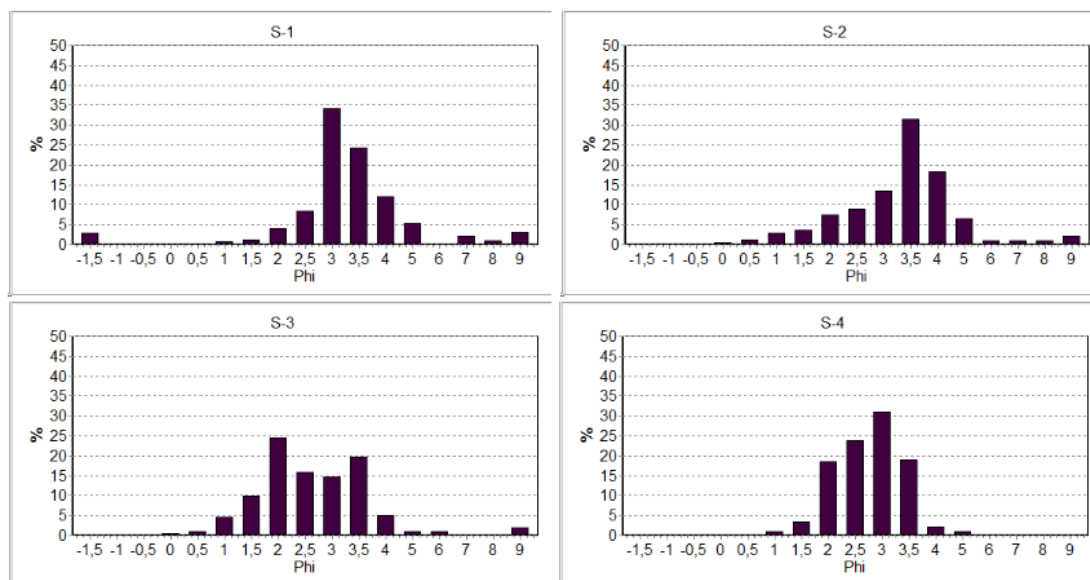
### Apêndice 4 – Histogramas de frequência das amostras de outono do transecto norte



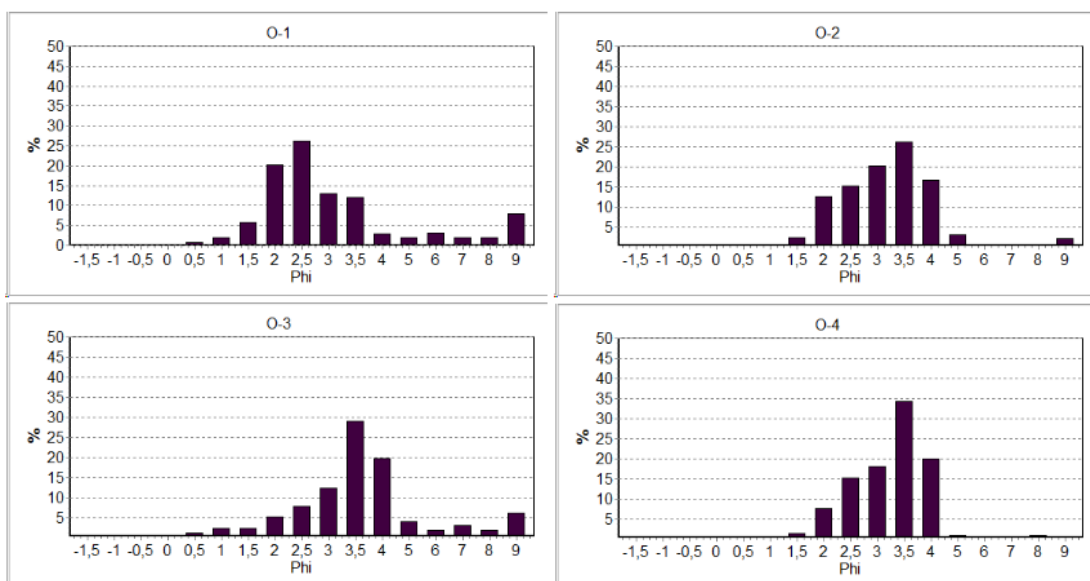


## 2. Histogramas das amostras de Inverno

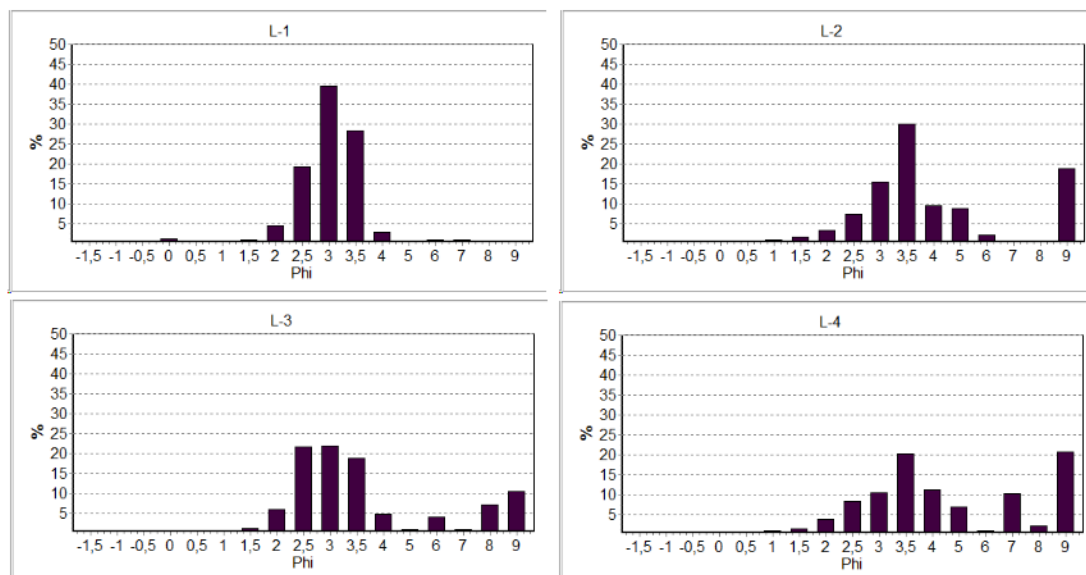
### Apêndice 5 – Histogramas de frequência das amostras de inverno do transecto oeste



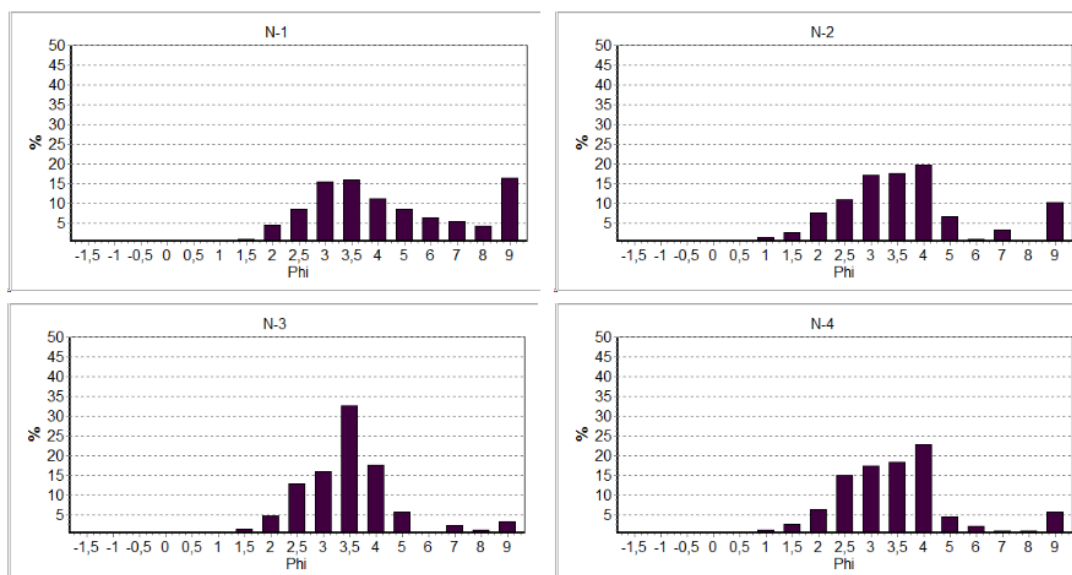
### Apêndice 6 – Histogramas de frequência das amostras de inverno do transecto oeste



### Apêndice 7 – Histogramas de frequência das amostras de inverno do transecto leste



### Apêndice 8 – Histogramas de frequência das amostras de inverno do transecto norte



**Apêndice 9** – Classificação nominal de FOLK & WARD (1957) das amostras de outono

Ponto	Média Granulométrica	Grau de Seleção	Assimetria
S-1	Areia muito fina	Pobrememente selecionado	Positiva
S-2	Areia muito fina	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica
S-3	Areia muito fina	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica
S-4	Areia média	Pobrememente selecionado	Muito positiva
O-1	Silte grosso	Muito pobrememente selecionado	Muito positiva
O-2	Silte médio	Muito pobrememente selecionado	Aproximadamente simétrica
O-3	Silte fino	Pobrememente selecionado	Muito negativa
O-4	Areia média	Moderadamente selecionado	Positiva
L-3	Areia muito fina	Pobrememente selecionado	Positiva
L-4	Areia muito fina	Pobrememente selecionado	Muito positiva
N-1	Areia muito fina	Pobrememente selecionado	Positiva
N-2	Areia muito fina	Pobrememente selecionado	Muito positiva
N-3	Silte grosso	Pobrememente selecionado	Muito positiva
N-4	Silte grosso	Pobrememente selecionado	Muito positiva

**Apêndice 10** – Classificação nominal de FOLK & WARD (1957) das amostras de inverno

Pontos	Média Granulométrica	Grau de Seleção	Assimetria
S-1	Areia muito fina	Pobrememente selecionado	Muito positiva
S-2	Areia muito fina	Pobrememente selecionado	Negativa
S-3	Areia fina	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica
S-4	Areia fina	Moderadamente selecionado	Aproximadamente simétrica
O-1	Areia fina	Pobrememente selecionado	Muito positiva
O-2	Areia fina	Moderadamente selecionado	Negativa
O-3	Areia muito fina	Pobrememente selecionado	Positiva
O-4	Areia fina	Moderadamente selecionado	Negativa
L-1	Areia fina	Moderadamente selecionado	Negativa
L-2	Silte grosso	Muito pobrememente selecionado	Muito positiva
L-3	Silte grosso	Muito pobrememente selecionado	Muito positiva
L-4	Silte grosso	Muito pobrememente selecionado	Muito positiva
N-1	Silte grosso	Muito pobrememente selecionado	Muito positiva
N-2	Areia muito fina	Pobrememente selecionado	Muito positiva
N-3	Areia muito fina	Pobrememente selecionado	Positiva
N-4	Areia muito fina	Pobrememente selecionado	Positiva